كل شيء عن ١١

البراكين والزلازل

تأليف

فردريك ه. پو

ترجمة

الدكتور الدمرداش عبد المجيد سرحان

مراجعة

الدكتور نصرى مترى شكرى



دار المعارف بمصر

١٩٧١

الناشر : دار المعارف بمصر – ١١١٩ كورنيش النيل – القاهرة ج. م. ع.

البراكين والزلازل

نشر هذا الكتاب بالاشتراك

مع

مؤسسة فرانكلين للطباعة والنشر

القاهرة — نيويورك

الطبعة الأولى : ابريل سنة ١٩٦٢

الطبعة الثانية : يناير سنة ١٩٦٦

الطبعة الثالثة : نوفمبر سنة ١٩٧١

المشتركون فى الكتاب

المؤلف :

فردريك هـ . پو : ولد فى ولاية نيويورك، تلقى تعليمه الابتدائى والثانوى بمدارس الولاية ، ثم تلقى تعليمه العالى فى جامعة هارڤارد بمدينة كامبردج بولاية مساشوستس ، وجامعة واشنطون بمدينة واشنطون ، وجامعة هيدلبرج بمدينة هيدلبرج بألمانيا . تخصص منذ حداثته فى دراسة الصخور ، والمعادن ، وتكوين التربة . وفى سنة ١٩٣٥ انضم إلى هيئة موظفى المتحف الأمريكى للتاريخ الطبيعى ، واختص بكل ما يتعلق بالبحوث والمعروضات والمطبوعات التى تنشر عن الصخور ، والأحجار الكريمة ، والمعادن .

وهو من علماء الجيولوجيا الأمريكيين البارزين ، كما أنه ثقة فى دراسات تكوين الصخور ، والبراكين والنشاط الطبيعى الذى يجرى بداخلها . وعندما ثار بركان « پاريكوتن » فى المكسيك ، سنة ١٩٤٣ ، أوفده المتحف باعتباره مراقباً رسمياً لتسجيل تطورات ثوران البركان بالصور والكلمات .

ويقيم الدكتور پو فى مدينة نيويورك ،حيث يعمل مستشاراً لشئون التعدين، والجيولوجيا ، والأحجار الكريمة .

المترجم :

الدكتور الدمرداش عبد المجيد سرحان : الأستاذ بكلية البنات بجامعة عين شمس . حصل على بكالوريوس فى العلوم مع مرتبة الشرف من جامعة القاهرة سنة ١٩٣٦ ، وعلى دبلوم معهد التربية العالى للمعلمين سنة ١٩٣٨ ، وعلى درجة الماجستير فى التربية من جامعة كولومبيا بأمريكا سنة ١٩٤٧ ، وعلى

درجة دكتوراه الفلسفة فى التربية من جامعة كولومبيا سنة ١٩٤٩ . له مؤلفات كثيرة فى التربية والعلوم . ترجم كتابى « الله يتجلى فى عصر العلم » و « حياة النبات » وهما من الكتب التى نشرتها المؤسسة .

المراجع :

الدكتور نصرى مترى شكرى : رئيس قسم الحيولوچيا ، بكلية العلوم ، بجامعة القاهرة . حصل على درجة البكالوريوس فى العلوم من كلية العلوم بجامعة القاهرة ، وعلى الدكتوراه من جامعة لندن . له نشاط كبير فى الترجمة والتأليف .

مصمم الغلاف :

إيهاب شاكر .

محتويات الكتاب



الفصل الأول

بعد ألف سنة

يوجد بالأراضى الإيطالية بالقرب من خليج نابولى جبل يلفظ النار . وقد وقف قدماء الرومان موقف الرهبة من هذا الجبل ؛ إذ كانوا يعتقدون أنه مدخنة الأتون الذى يوقده الإله « فولكان » إله النار والحدادة . وكانوا عندما يشاهدون الدخان الأسود يرتفع من فوهته ، والنار تلتهب من حولها يقولون : « إن فولكان يعد قصفات الرعد أمام سندانه لجوبيتر كبير آلهتهم ، والأسلحة لمارس — إله الحرب » . فكانوا يعتقدون أن دوىّ الانفجارات المنبعثة من أعماق الجبل ليست إلا الدقات العنيفة لمطرقة إله الحدادة . وقد أطلقوا على ذلك الجبل الذى يلفظ النار اسم فولكانو (بركان) نسبة إلى الإله فولكان ، ثم أطلق هذا الاسم على جميع الجبال التى من هذا النوع .

أما سبب اعتقاد الرومان أن هذا البركان على وجه التحديد هو « ورشة » حدادة إلههم ، فذلك ما لا يعرفه أحد . ولا عجب أن يتمخض خيال هؤلاء القوم عن مثل هذه القصة . فى تلك الأيام لم يكن علم الأرض قد ظهر بعد . لذلك كان الناس يلجأون إلى الخيال ليفسروا به ما يعجزون عن تفسيره بالحقائق الثابتة .

وكل ما كان يعرفه الرومان عن هذه الجبال هو أنها كانت خطيرة ، وأنه لم يكن من الحكمة أن يقترب الإنسان منها عندما تنبعث سحابة دخان من قمة أحدها . وما كانوا يدرون أن البركان بينما يبدو خامداً كل الخمود ، قد يثور فجأة . ولذلك فإنه عندما نشط فيزوف بعد ألف سنة أو ما يزيد فجأة ، تولتهم الدهشة . إن ألف سنة تعد فترة طويلة من الزمان . وفى ألف سنة تختفى آثار البركان كلها . وفى ألف سنة تستطيع الأمطار والصقيع والرياح أن تغير معالم جوانبه المهشمة وتحيلها إلى مروج خضراء باسمة . وكان ذلك ما حدث لبركان فيزوف ، فلقد اندملت جراحه . وفى ألف سنة غطت المزارع الخصيبة والكروم



مدينة نابولى بايطاليا ، وقد ظهر خلفها بركان فيزوف

المثمرة منحدراته . وحتى فوهته المحترقة قد غطتها الخضرة والكروم ، وقامت حول قاعدته حلقة من المدن البهيجة اشتهرت من بينها بومبى مدينة فينوس المقدسة ، وهرقلانيوم مدينة هرقل . ولقد كانت الحياة فى هاتين المدينتين على جانب كبير من البهجة ، حتى حرص نفر كبير من مشاهير الرومان على أن يقتنى كل منهم قصراً فى إحدى هاتين المدينتين . وكانت بومبى على الأخص شهيرة بورودها الجميلة ، وبأنبذتها ، وملذاتها .

ثم حدث فى الرابع والعشرين من شهر أغسطس عام ٧٩ بعد الميلاد ، قرابة وقت الظهيرة ، أن انبعثت من فوهة فيزوف سحابة بيضاء ضخمة على صورة شجرة صنوبر هائلة ، واهتزت الأرض ثانية بعد أن كانت قد اهتزت هزات متكررة خلال أيام عديدة . وكان هناك دوىّ أعقبه انفجار . وقبل أن يدرك سكان المدينة الذين استولت عليهم الدهشة ماذا حدث ، تحول لون السحابة البيضاء إلى لون أسود ، وأمطرهم الجبل وابلاً من الحجارة فى حجم ثمار الجوز .

لقد استولى الذعر على الناس فهرول من كان خارج المنازل إلى داخلها ، واندفع من كان منهم داخل المنازل إلى خارجها ، وتساءل الناس هل حلت نهاية العالم ؟ وهل تخلت عنهم الآلهة ؟ ولم يكن أحد يعرف ماذا يفعل . أيفر أم يبقى ؟ وصار الناس يعدون هنا وهناك وقد لفوا رؤوسهم بأرديتهم ، أو وضعوا الوسائد فوق رؤوسهم لكى يقوا أنفسهم أخطار الحجارة المتساقطة . وتغطت قمة الجبل كلها ببساط من البخار الأسود ، وأظلمت الدنيا ، وامتلأ الهواء برائحة الكبريت الخانقة ، واهتزت الأرض هزات عنيفة حتى كادت المبانى تقتلع من أساسها وشبت الحرائق فى كل مكان .

وتساءل أهالى بومبى : « أيبقون حيث هم أم يرحلون ؟ » وكان من الصعب على معظمهم التخلى عن منازلهم وممتلكاتهم كلها ، فلابد وأن لهذا الوابل من الرماد من نهاية . ولبث الناس فى منازلهم أياماً عدة يضرعون إلى آلهتهم .

ولكن السماء استمرت تمطرهم ذلك الوابل دون رحمة . وأخذ بعض الناس

طعامهم وجمعوا أطفالهم ولجأوا إلى أقبية منازلهم ، ولجأ البعض الآخر إلى الطوابق العليا فراراً من الرماد الذى سرى إلى الطوابق السفلى ، وقرر آخرون فى النهاية أن يهربوا حاملين معهم ما غلا ثمنه وخف حمله ، فهرعوا إلى الشوارع المليئة بالرماد متجهين صوب أبواب المدينة . ولكن الفرصة كانت قد أفلتت من الكثير منهم . فقد تأخر هؤلاء أكثر مما ينبغى ، فأطبقت عليهم الأبخرة الخانقة المنبعثة من البركان . فهذه امرأة كانت تحمل صندوق مجوهراتها وفى يديها زجاجات العطور الفاخرة تسقط سقطة لا تقوم بعدها . وتلك غادة مختالة قد وقعت وهى تلهث وبجوارها مرآتها المفضلة ، وهذا مالك لقصر يحمل مفتاح قصره فى يده لا يكاد يصل إلى باب حديقته وفى أعقابه عبيده يحملون أمواله ونفائسه حتى تدهمهم جميعاً الغازات الخانقة عند باب القصر فتقضى عليهم .

وما كان الذين بقوا بأحسن حالاً ممن حاولوا الفرار ، فقد تسربت الغازات إلى كل مكان . واستمر تساقط الرماد ثمانية أيام وثمانى ليال . وغطى الرماد كل شىء . وما لبثت المدينة بموتاها أن اختفت تدريجياً من الوجود ، ولربما لم ينج من أهل بومبى الذين كان يبلغ عددهم العشرين ألفاً ما لم يزد عن ألفين .

أما فى مدينة هرقلانيوم فقد كان عدد الذين نجوا أكثر من ذلك ؛ إذ لم يكن أمام أهليها مجال للتردد . ولم يفكر أحدهم أن يحاول إنقاذ أى شىء . كان ما ينبغى على كل شخص أن يفعله واضحاً أمامه كل الوضوح . إذ نزل من جانب الجبل فجأة سيل جارف من الرماد ، وقد استمر هذا السيل مختلطاً بمياه الأمطار والمياه الجوفية يتحرك فى بطء شديد دون توقف متجهاً صوب المدينة . وجرى الناس أمام هذا السيل الطينى نحو البحر ونحو الخلاء ونحو أية جهة يمكنهم الفرار إليها . ثم اكتسح الطين شوارع المدينة ببطء ، وتسرب إلى المنازل فملأها من الداخل وغطى كل شىء ، إلى أن ابتلع المدينة كلها ، على حين كان الرماد لا يزال ينصب من السماء .

ثم انقضت مئات السنين ، تتلوها مئات أخرى ، ونسى الناس ما حدث

ولم يعد أحد يذكر أين كانت بومبى أو هرقلانيوم . لقد نسى الناس كل شىء عنهما حتى اسميهما ولم يعد لهما ذكر . . .

وفى عام ١٧٣٨ قدمت إلى مدينة نابولى ملكة جديدة . وكانت هذه الملكة الزوجة الشابة لشارل الثالث ، ومن أهل الشمال . وقد سحرتها الحدائق المشمسة بقصرها الإيطالى . وأثارت التماثيل القديمة التى كانت تزين أحواض الزهر أو تتوارى تحت ظلال الأشجار اليانعة إعجابها وأسرتها بجمالها . وتساءلت الملكة : من أين جاءت هذه التماثيل ؟ وهل من الممكن أن تحصل على مزيد منها ؟



حمل الناس مااستطاعوا حمله وهرعوا إلى خارج المدينة

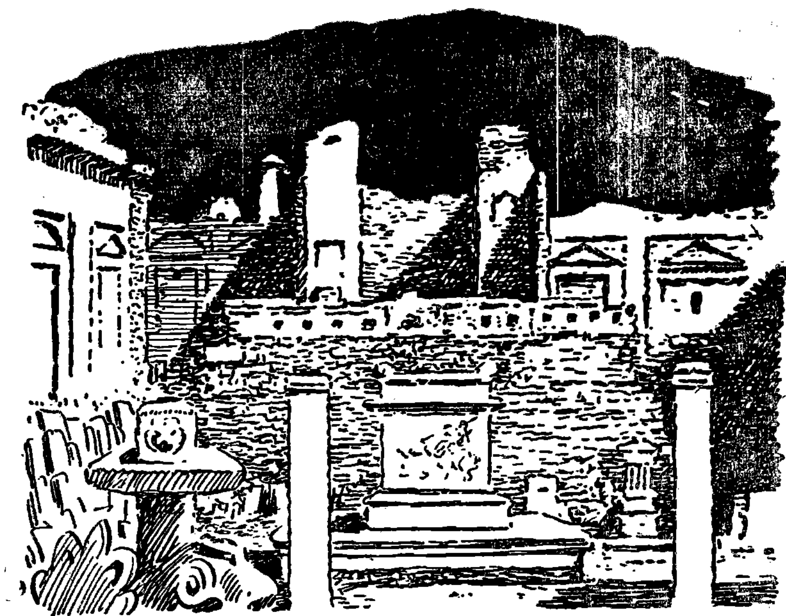
لقد ذكر بعض الناس للملكة أن بعضها عثر عليه مصادفة فوق جبل فيزوف ، وأن بعضها قد وجد فى حفر أسفل الجبل . وبنحو ٢٠ سنة قبل ذلك كان الأمير البوف قد رغب ، على ما يظهر ، فى الحصول على بعض الرخام المطحون ، فأخبره الفلاحون هناك بأنه يوجد على سفح جبل فيزوف بعض الحفر التى استخرجوا منها الكثير من التماثيل . فحفر البوف واستخرج عدداً كبيراً آخر . وكانت هذه الحفر لا تزال مفتوحة حتى ذلك الحين .

ولم تتباطأ الملكة فى تجنيد العمال فى أعمال الحفر ، ففتحت الممرات فى جوانب الحفرة السابقة ونسفت ثقوبها . وأخيراً كلل العمل بالنجاح وانكشف الغطاء عن قطع عديدة من تماثيل عديدة ضخمة من البرونز . ثم كشفت ثلاثة تماثيل رخامية لأشخاص رومانيين فى ملابسهم الفضفاضة . وظهرت بعد ذلك أعمدة ملونة ، وجذع لحصان برونزى ، ومجموعة من الدرج .

وعندئذ كانت حماسة الملك لأعمال الحفر لا تقل عن حماسة الملكة نفسها . فماذا عساه أن يكون أصل تلك الآثار التى يكشف عنها الحفر ؟ وجاء الجواب عن هذا السؤال بعد بضعة أسابيع . لقد كان هذا المكان مسرحاً . لك م دلت عليه إحدى العلامات . لقد شيد شخص اسمه روفاس ، لحسابه الخاص ، هذا المسرح لهرقل . ولهذا لم يكن من المستغرب أن يعثر البوف على هذا العدد الوفير من التماثيل . . فقد كانت تزين الجدار الخلفى للمسرح . ثم تداعى الجدار ، وجاءت حفائر البوف عن طريق المصادفة فى وسط المسرح تماماً حيث سقط الجدار بتماثيله .

ولكن ماذا كان يعنى وجود المسرح ؟ إن المسرح لا يمكن أن يقوم وحده . فلا يكون المسرح إلا جزءاً من مدينة . فلا بد تبعاً لذلك أن تكون هنالك مدينة راقدة تحت الرماد المتماسك بالطين الذى كان يحفر فيه السرداب . .

إنها مدينة هرقلانيوم . . . أحدث هذا الاسم طنة ورنة . وأخذ الباحثون يبحثون عن المراجع القديمة ، فرجعوا إلى خطابات الكاتب بلينى الصغير الذى



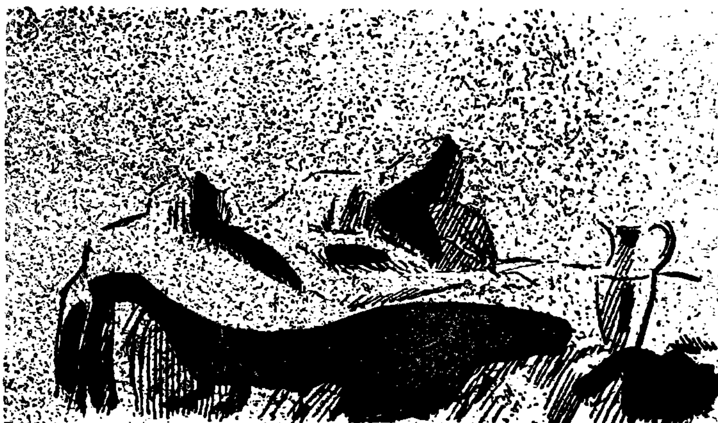
أطلال بومبى

شهد ثوران بركان فيزوف ، وهو شاب فى السابعة عشرة من عمره . فوجدوا فيها كيف أن عمه بلينى الكبير — الذى كان عالماً طبيعياً وقائداً للأسطول — قد فقد حياته عند محاولته إنقاذ الجماهير الهاربة من غضبة الجبل وثورته .

تلك هى هرقلانيوم ، وذلك هو مكانها . . فأين كانت مدينة بومبى ؟ واستمر الناس يحفرون فوجدوا القصور والمتاجر والمعابد والحمامات وكشفوا عن النقوش التى كانت تزين الجدران والتماثيل التى كانت فى الحدائق . وبدافع من حب الاستطلاع تقصوا الأشياء التى كان الناس يستخدمونها يومياً فى منازلهم ومصانعهم وحاناتهم . لقد بقى كل شىء فى مكانه وحفظ بإبداع نيفاً وستة عشر قرناً ونصف قرن .

وعثروا على الموتى . ففى غرفة عليا فى بومبى لقيت أسرة من أحد عشر

شصاً حتفها معاً . وفى أقبية قصر أحد النبلاء رقد ثمانى عشرة امرأة وطفلاً ورؤوسهم مغطاة وكأنهم نيام . وعلى مقربة من باب إحدى الحدائق قبرت مجموعة من الرجال وبجوارهم أكياس مليئة بالنقود والنفائس التى حاولوا أن يفروا بها . وآخر يحمل فى يده مفتاحاً . وامرأة تحلى إصبعها وأذنيها بقرط وتلبس « شبشباً » فى قدميها الرشيقتين راقدة على ظهرها ، ولم يكن بجوارها إلا مرآة وتمثال من الكهرمان لكيوبيد .





جبل لاسن

الفصل الثانى

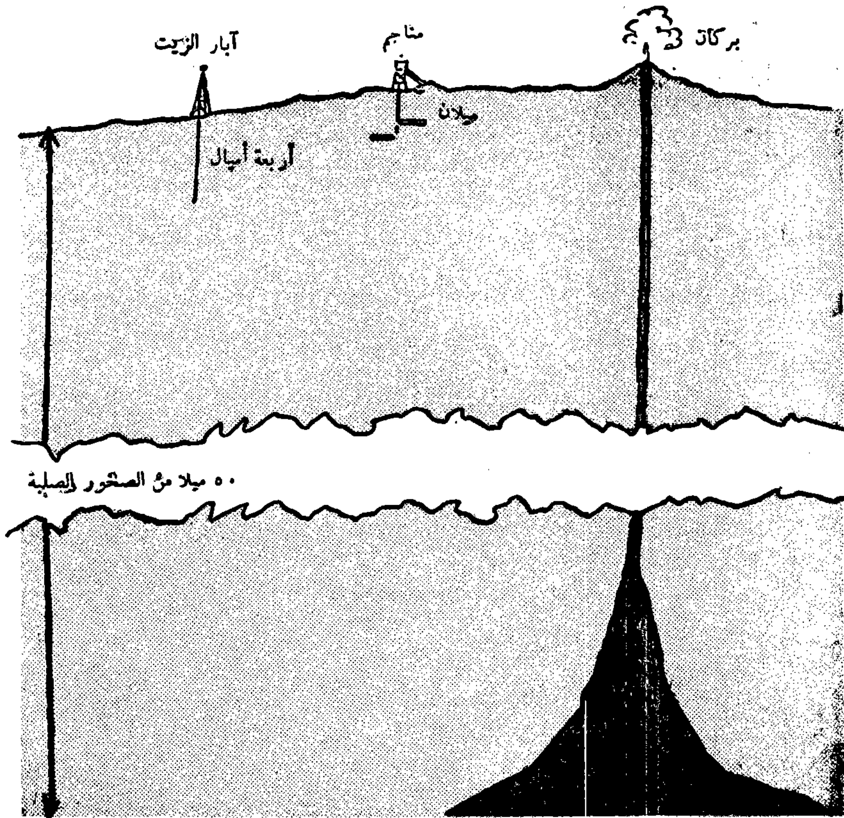
كيف يثور البركان ؟

ما هى تلك الجبال التى تلفظ النار والتى قد تصحو من رقادها بعد ألف سنة فتدفن مدناً بأكملها وتخفيها عن الأنظار ؟

إننا نسميها جبالا : فنقول : جبل فيزوف ، وجبل إتنا ، وجبل بيليه ، وجبل لاسن ، وجبل هكلا . ولكن البراكين ليست جبالا عادية . إنها لا تتكون من تأثير عمليات الانثناء والتجعد ، ولا تنشأ من عمليات الرفع والتجوية « أى تأثير الجو » . بل تتكون بسبب تدفق مواد حارة تنبعث من باطن الأرض. وتتكون البراكين من الأحجار التى تنبعث من مراكزها نفسها . وفى بعض الأحيان تنفجر هذه الأحجار فى صورة رماد ، وفى معظم الأحيان تخرج على صورة سائل ، متوهج ، يطلق عليه اسم الحمم ، أو اللاڤا ، أو اللابا .

وتدل آخر الإحصائيات على أنه يوجد بالعالم ما يقرب من ٥٠٠ بركان نشط . ولكننا نعلم جميعاً أن البراكين لا توجد فى كل مكان ؛ ففى الولايات المتحدة كلها لا يوجد غير بركان نشط واحد . إن البراكين لا تظهر إلا فى أماكن خاصة ، فما هى إلا بثور أو قرع فى القشرة الأرضية . فهى لا تنشأ إلا حيث تكون هذه القشرة ضعيفة فتحدث فيها فتحة ، فهل معنى ذلك أننا نفترض أن الصخور التى تقع تحت القشرة الأرضية فى حالة سائلة ؟ وأنها تبقى هنالك تترقب الفرصة لكى تخرج إلى السطح ؟

إننا لا نستطيع أن ننظر خلال القشرة الأرضية ، ولا نستطيع أن نتأكد مما يجرى هنالك فى أعماق الأرض . إن أعمق حفرة حفرها الإنسان لا يزيد عمقها عن أربعة أميال ، وهى لا تعدو أن تكون مجرد خدش سطحى فى أديم الأرض . كما أن أعمق المناجم لا يزيد عمقه على نصف هذا القدر من العمق . حقيقة أن الجبال قد تتعرض وتكشف لنا عن صخور كانت فى وقت من الأوقات واقعة تحت هذه الجبال المندثرة بما يقرب من خمسة أميال أو أكثر ، وأن بعض الوديان العميقة تنحت فى صخو رتكون قد ارتفعت عالياً فى الهواء . وفى هذا القدر الذى انكشف لنا من القشرة الأرضية يمكننا القول إننا نعرف كنه هذه القشرة فى الخمسة أو الستة الأميال العليا منها . . ولكن ماذا تحت ذلك ؟ إننا لا نستطيع أن نلجأ إلى الحدس ، فنقول بأن الأميال الخمسة والأربعين التالية من القشرة الأرضية تشبه فى طبيعتها إلى حد كبير أعمق الصخور التى تعلوها والتى شاهدناها قرب السطح . ونستطيع أن نقول — ونحن على ثقة — بأن الأرض الصلبة تستمر إلى مسافة تقرب من خمسين ميلا . كما نستطيع أن نجزم كذلك بشىء آخر : ذلك أنه بالرغم من أن صخور القشرة الأرضية صلبة ، فإنها ليست جميعاً فى درجة حرارة واحدة . فكلما تعمقنا ميلا فى القشرة الأرضية ، وجدنا درجة الحرارة أكثر ارتفاعاً بقليل ، ولا بد أن تكون هذه الحرارة عالية قرب قاع القشرة بقدر يجعلها تتوهج . لقد عرفنا ذلك مما تعلمناه من المناجم والأنفاق



والآبار العميقة . إذ تبين لنا أنه كلما تعمقنا داخل الأرض ، ازدادت درجة الحرارة ارتفاعاً . وكان لزاماً علينا أن نستخدم وسائل تكييف الهواء فى مناجمنا العميقة . وعلى المعدل الذى ترتفع به درجة الحرارة بالنسبة للعمق ، فإنه على عمق ثلاثين أو أربعين ميلا داخل القشرة الأرضية قد تكون درجة الحرارة مرتفعة إلى ألفى درجة . .

فكيف نستطيع إذن أن نفترض أن الصخور الموجودة على عمق ٥٠ ميلاً داخل الأرض تكون صلبة ؟

منذ وقت مضى – ليس ببعيد – كان رجال العلوم يظنون أن هذه الصخور

ليست صلبة . كانوا يؤكدون أن باطن الأرض تحت القشرة لابد أن يكون سائلا . ألم تدل على ذلك تلك الحمم الساخنة التى تندفع من أفواه البراكين فى درجة الغليان ؟ وهل من الممكن أن تكون الصخور الواقعة تحت القشرة الأرضية فى هذه الدرجة المرتفعة من الحرارة ، فى حالة غير سائلة ؟

ولكن العلماء لا يؤمنون الآن بذلك . فقد غير السيزموجراف ، وهو الآلة التى تسجل الهزات الأرضية ، أفكارهم عن باطن الأرض. فلقد أبان السيزموجراف أن بعض الموجات الاهتزازية تمر خلال الأميال الثمانمائة والألف الأولى من



سطح الأرض ، كما لو كانت جامدة . إنها لا تمر خلالها كما لو كانت تمر فى سائل ، بل فى كرة من الصلب ، وفى هذا حل للمشكلة . فالصخور تحت القشرة الأرضية لا يمكن أن تكون سائلة. إنها على درجة من الحرارة تكفى ولاشك لانصهارها ، لكنها لا تنصهر . فلماذا ؟ لأنه لا يوجد هناك متسع لديها تنصهر فيه . فالقشرة الأرضية لثقل وزنها تسد أمامها كل منفذ . فلابد للصخور الحارة لكى تنصهر من أن تتمدد . ولكن خمسين أو ستين ميلا من الطبقات التى تعلوها والتى هى أبرد منها تضغطها إلى أسفل بدرجة من القوة تمنعها من التمدد . وعلى ذلك فإنها تبقى حيث هى فى درجة من الحرارة كافية لانصهارها ، ولكنها مع ذلك غير قادرة على الانصهار .

فكيف نفسر إذن خروج الحمم المنصهرة ؟ إنها ولاشك صخور سائلة

تخرج من باطن الأرض . . وتفسير اندفاع هذه الحمم أمر ليس باليسير . ولربما كان خروجها راجعاً إلى انخفاض ضغط القشرة الأرضية فى أجزاء معينة لسبب من الأسباب . وقد يرجع إلى انضغاط فى القشرة وتقوسها قليلا إلى أعلى بسبب حدوث بعض الانكماش فى باطن الأرض وما يؤدى إليه ذلك من تجعد فى قشرتها وما يتسبب عنه من انخفاض فى الضغط يسمح للصخور الحارة الواقعة على عمق ٥٠ ميلا أن تتمدد وتصبح مادة سائلة . وربما كان راجعا إلى ارتفاع فوق المعتاد فى درجة حرارة الصخور فى منطقة من المناطق . وقد يكون وجود بعض العناصر المشعة السبب الكامن وراء نشوء الحمم . فقد كشف لنا العلم حديثا أن بعض العناصر تتحطم وتتحول إلى مواد أخرى . ويصحب هذا التحول ارتفاع فى الحرارة . فاذا لم تتسرب هذه الحرارة خلال القشرة الأرضية بسرعة معادلة لسرعة تكوينها ، أدى ذلك إلى ارتفاع مستمر فى درجة حرارة الصخور فى هذه المنطقة وقد تصل هذه الحرارة بمضى الزمن إلى الحد الذى يكفى لا نصهارها بالرغم من ضغط الطبقة الصلبة التى تعلوها .

ومهما قلبنا الأمر على جوانبه فلا معدى عن الاعتراف بأننا لا نعرف على وجه التحديد أسباب البراكين . إننا لا نستطيع أن نعلم علم اليقين ما الذى يعطى الصخور الفرصة للانصهار . إننا نعلم أنه توجد فى بعض الأماكن صخور منصهرة تسمى « الماجما » أو الصهارة ، وهو الاسم الذى يطلق على الحمم المنصهرة عندما تكون تحت القشرة الأرضية . ولكننا نخمن فقط أسباب القوى التى تتآلف لتكوين هذه الصهارة .

كما أننا لا نستطيع أن نكشف عن الأسباب التى ترفع الحمم إلى أعلى . إننا نعلم أنها تنفجر من الأماكن الضعيفة فى سطح الأرض . وهى التى يوجد بها شق من الشقوق . ولكن الحرارة وحدها لا تكفى لاندفاع الحمم ، بل لابد من عامل آخر لرفعها ، وربما كان هذا العامل هو وجود غاز .

وقد يشبه مسلك الحمم مسلك ماء الصودا فى زجاجة . فإننا نشاهد الفقاعات



تخرج من ماء الصودا وتندفع نحو قمة الزجاجة عند رفع غطائها . وتبدأ هذه الفقاعات صغيرة عند القاع ، ثم تكبر تدريجيًّا خلال صعودها . وعندما تصل إلى السطح وتنفجر ، قد يتناثر قليل من ماء الصودا خارج الزجاجة .

وربما سلكت الغازات الموجودة فى الحمم نفس المسلك . فنحن نعلم أن الحمم تحتوى على قدر كبير من الغاز . فغالب الاشتعالات النارية المنبعثة من البراكين تتسبب عن هذا الغاز . وترجع الانفجارات التى تقذف بالصخور من أفواه البراكين إلى انطلاق الغاز من الحمم . وتبلغ كميات الغاز المحبوس فى الحمم قدراً من الضخامة لا يجعلها تستطيع الخروج منها دفعة واحدة . وعندما تتدفق الحمم يستمر تصاعد الغاز منها فى هدوء . وحتى بعد أن يقف تدفقها ، قد يستمر خروج الأبخرة منها شهوراً عديدة .

فلابد أن هذه الغازات فى الحمم تلعب دوراً كبيراً فى صعودها . ولكن وجود الغازات ليس هو العامل الوحيد ، ولا يمكن أن يقوم بذلك وحده ، بل لا بد

أولا من وجود منطقة ضعيفة فى القشرة تيسر اندفاع الحمم . فإذا توافر المكان الضعيف أمكننا أن نفترض أن وجود الغازات بالحمم ييسر عليها شق طريقها إلى أعلى .

ربما كان ذلك كله تفسيراً لنشأة الجبال التى تتنفس النار وتلفظها :





الفصل الثالث

مولد بركان

قلما تتاح للناس الفرصة لمشاهدة مولد بركان . وعندما يولد بركان ، فإن مولده يعد حدثاً عالمياً . ذلك أنه ليس من بين أحداث الدنيا ما هو أروع من هذا الحدث فى الطبيعة . ولهذا كان امتلاء الصحف فى عام ١٩٤٣ بأخبار باريكوتين ، وهو البركان المكسيكى الصغير الذى ولد فى حقل من القمح .

وكان يمتلك حقل القمح رجل هندى يسمى دايونيزيو بوليدو . وكان من الحقول الطيبة برغم أنه كانت توجد به بقعة منخفضة لم يكن القمح ينمو فيها نمواً جيداً يوماً ما .

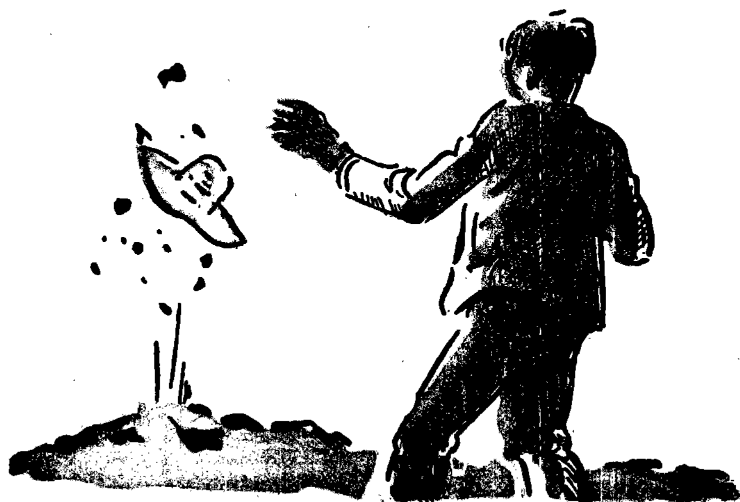
وقد دأب دايونيزيو مع ذلك على حرث هذه البقعة وزراعتها ، فمن يدرى ؟ لعلها تعطيه فى يوم من الأيام محصولا لا يقل جودة عما يعطيه باقى الأرض .

وبعد ظهر يوم من الأيام فى فبراير عام ١٩٤٣ كان دايونيزيو ومعه ثيرانه يحرث الأرض . وكانت حرارة الشمس يومئذ شديدة بدرجة غير مألوفة . وأحس الرجل بحرارة غير عادية فى الأرض تحت قدميه العاريتين ، وبخاصة فى تلك

البقعة المنخفضة . وخيل إلى الرجل أن الخطوط التي يخطها المحراث في الأرض قد أصبحت بالغة الطول . وأخذ الرجل الهندي يدخن لفافة من التبغ ، وكأنما أحس أن للتدخين أثراً في تقصير الخطوط .

وبينما كان دايونيزيو يدير ثيرانه ليرجع في خطيه ، خيّل إليه أنه رأى دخاناً يتصاعد من البقعة المنخفضة . كيف حدث ذلك ؟ هل ما زال عقب لفافته الأخيرة مشتعلا ؟ لعله أشعل النار في قش القمح الموجود هنالك . لقد كان وقتئذ فصل الجفاف ، ولربما امتدت النار من عقب لفافته إلى ما جاورها من القش والهشيم . ترك دايونيزيو ثيرانه وذهب ليستطلع الأمر . وما كاد يتجه إلى هنالك حتى خيل إليه أن الدخان أكثر مما يمكن أن ينبعث من لفافة واحدة . وفعلا عندما انثنى دايونيزيو ليستطلع مزيداً من الأمر هوت قبعته الكبيرة بجوار شق في الأرض ينبعث منه الدخان . ووقف دايونيزيو يحملق في هذا الشق وقد تملكته الحيرة ، فماذا عساه يحترق هنالك ؟ !

وفجأة دوّت قرقعة كبيرة منبعثة من أعماق الأرض . وفي نفس اللحظة اهتزت الأرض اهتزازاً أشد من أى زلزال أحس به طيلة عمره وتأرجحت الأرض



بالرجل حتى لم يستطع أن يثبت على قدميه بسهولة ، ثم انشقت الأرض شقاً أكبر من سابقه بجوار قبعته بدوىّ كبير ، ولدهشته شاهد قبعته تطير عالياً فى الهواء . وقبل أن تهبط إلى الأرض ثانية كان الرجل يجرى طالباً النجدة . ولم يلتفت خلفه سوى مرة واحدة . فمن المكان الذى تصاعد منه الدخان ، كان يرتفع فى الهواء سيل من الأحجار ، وكأنما أحد فى باطن الأرض كان يطوح بصخور فى الهواء .

لم يقف دايونيزيو ليشاهد ما حدث ، ولم تكن ساقاه يوماً أقوى على تمكينه من الجرى بسرعة مما استطاعت ذلك اليوم . لقد اتجه لتوه إلى بيت القسيس فى سان جوان على بعد ثلاثة أميال .

وفى سان جوان كان الأهالى على علم بأن حدثاً غير مألوف كان جارى الوقوع ، فحتى من هذه المسافة كانت الأصوات المدوية تسمع بوضوح . وبينما كان دايونيزيو يروى قصته بحماسة وانفعال كانت سلسلة متصلة من الانفجارات تمزق الهواء ، وشاهد الناس على بعد عموداً من الدخان يعرج نحو السماء .

وقال له القسيس على عجل : « سأذهب معك يا بنى » . وتطوعت حفنة من شجعان الرجال للذهاب معهما . وعندما مروا بقرية باريكوتين — وهى القرية القريبة من حقل القمح — انضم إليهم عدد آخر من الرجال .

كانوا فى حاجة إلى كامل شجاعتهم ؛ إذ أن حقل القمح الذى كان يمتلكه دايونيزيو كان ذا مظهر مخيف . ففى مكان البقعة المنخفضة شاهد الناس عموداً مدخناً أسود يبلغ ارتفاعه ارتفاع الشجرة . وكان ينبعث وسط هذا العمود سيل متصل من الصخور تتطاير فى الهواء ، ثم لا تلبث أن تهبط وتتراكم حول الفتحة مكونة ما يشبه المدخنة للدخان الأسود الذى استمر قذفه .

ووقف الناس على حافة الحقل يرسمون علامة الصليب على صدورهم ويحركون شفاههم فى صلاة صامتة . وقال ذلك القسيس فى رهبة وخشوع :

« إنه بركان . . . « إنه بركان عند مولده . . »

وردد الناس : « نعم . . . نعم إنه بركان » كانوا يعرفون البراكين من قبل ، إذ يوجد الكثير منها فى المناطق القريبة . وبرغم من أن أيًّا منها



لم يثر فى وقتهم، فقد كانوا جميعاً يعرفون كيف يتشكل . وما لبثت الصخور المتراكمة أن اتخذت شكل مخروط ضخم يشبه قمعاً مقلوباً . ولا يبنى مثل هذا المخروط سوى البركان .

سماع الانفجارات المتزايدة من لحظة إلى أخرى يملأ القلوب بالرعب . ومنظر الصخور المتوهجة وهى تنقذف صوب السماء ثم تهوى فى قوس منحن بين سيقان القمح اليافعة التى بالحقل أو ترتد إلى المخروط ثانية يثير الفزع فى النفوس . وعندما أقبل الليل وساد الظلام كان منظر البركان أشد إثارة للرعب . وكلما

اتسعت مساحة المخروط ، تزايد سقوط القذائف على منحدراته ، وبدت الصخور فى الظلام متوهجة كأنها جمرات ضخمة من الفحم المتقد . تحيط المخروط من كل جانب بالنار ، وارتفعت من وسطه شعلة ملتهبة من الجمر تتجه صوب السماء . وتساءل الناس ماذا عسى أن يحدث بعد ذلك ، وماذا عسى أن يبلغ ارتفاع ذلك المخروط ؟ وسهر الناس طيلة الليل يشاهدون ما يحدث .

وفى الصباح رأوا المخروط قد بلغ فى ارتفاعه مائتى قدم . ولكنه كان قد فقد وميضه وبدت الصخور التى تكونت سوداء داكنة كالفحم .

ثم تدفق الناس من كل صوب يشاهدون ذلك الحدث العجيب . وتكدست السيارات فى الطريق الترابى المؤدى إلى باريكوتين ملتفاً حول حقل دايونيزيو . وبرغم ما كانت تثيره تلك المناظر والأصوات من فزع فى النفوس ، فقد كان كل إنسان يعد نفسه سعيداً لأنه عاصر مولد بركان . إنه من الأشياء التى يحدث الناس عنها أحفادهم .

وحتى ذلك الحين لم تكن الصخور المنصهرة قد ظهرت بعد . لقد تصاعدت قطع كبيرة من الصخور ، وقذائف ، وقطع أصغر من الأحجار ، ولكن

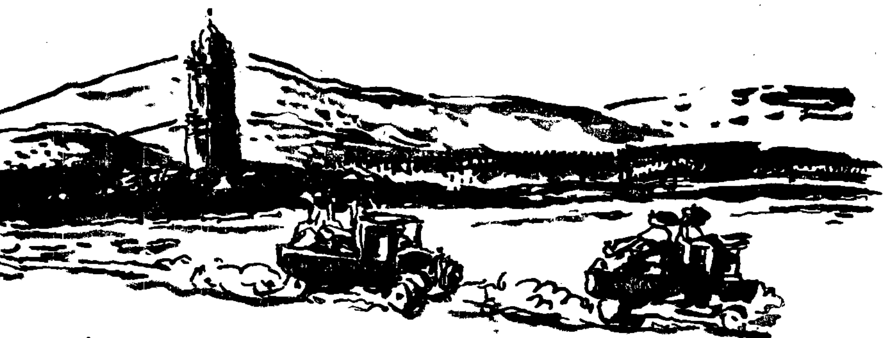


الحمم المنصهرة لم تظهر قبل مضى أسبوع . وفى بادئ الأمر تدفقت كتلة متيبسة متعجنة من فتحة على أحد جوانب المخروط . وقد برد السطح الخارجى لهذه الكتلة ، لدرجة أكسبته لوناً أسود . غير أن العجينة الداخلية أخذت تشق طريقها خلال القشرة الهشة ، فشققتها وتساقطت منها قطع من الحجارة ، ثم ظهر لفترة وجيزة عند الفتحة وميض أحمر ، ومرة ثانية اسودت القشرة حتى استطاعت الدفعة التالية من العجينة الداخلية أن تشق طريقها خلال القشرة الجديدة . وبدا الأمر كما لو كان هناك مارد يدفع من باطن الأرض بكمية لا نهائية من الصخور الحارة غير المتماسكة .

وتحرك الطفح الأول من الحمم لمسافة قصيرة ، ثم توقف . وعند مقدمته الساكنة تدفقت أبخرة وسحب بيضاء من مئات من الفتحات . وحيثما انبعث البخار ترسبت على الصخور قشور بيضاء لها مذاق ملحى . ثم انبثق لسان ثان من الحمم إلى جانب الأول وكان أشد منه حرارة وأكثر امتداداً بقليل ، ولم يكد هذا الطفح الجديد يتوقف حتى ظهر غيره ثم تلته طفوح أخرى ، ومع كل طفح كانت الحرارة تزداد ارتفاعاً والمسافة تزداد امتداداً . وأخيراً اختفى حقل دايونيزيو بأكمله وتدفقت الحمم حتى وصلت إلى الغابة التى تحيط بالحقل .

واستمر فى نفس الوقت انطلاق الصواريخ . وفى بعض الأحيان كانت القذائف التى تقذف من عنق البركان تتطاير فى الهواء إلى ارتفاع ثلاثة آلاف من الأقدام قبل أن تبدأ فى الهبوط . وكان يشاهد فى وسط عمود الرماد المتصاعد من فوهة البركان وميض يشبه وميض البرق . وكانت الأرض تهتز اهتزازات مستمرة ، والحمم دائمة الانطلاق .

ويقع حقل دايونيزيو اليوم تحت ٣٠٠ قدم من الحجارة . وبلغ ارتفاع المخروط الذى ارتفع فوق الحمم ما يزيد على ربع ميل . وبلغ قطر قاعدته ميلا . وقد أطلق الناس على هذا البركان اسم باريكوتين نسبة إلى القرية التى تجاوره . وما لبثت قرية باريكوتين أن اندثرت لأن الرماد الذى ملأ الهواء جعل معه الحياة مستحيلة .



وتوافد العلماء من الأماكن النائية لدراسة البركان الجديد ولم يكن أحد منهم حاضراً عند مولده ، ولهذا فقد فرحوا فرحاً شديداً عندما بدأ باريكوتين ثوراته في مكان جديد بنفس الطريقة التى بدأ بها عندما كان دايونيزيو وحده يشاهده . فبالقرب من قاعدة المخروط ظهر شق صغير على سطح طفح من الحمم واندفعت منه صخور قليلة . ثم مالبثت الفتحة أن ازدادت اتساعاً . وفى أيام قليلة كان هنالك بركان وليد يلفظ الصخور كما فعل تماماً باريكوتين من قبل وقد أطلق الهنود على هذا البركان الوليد اسم « زابيكو » أى « الابن الصغير » .

وقد ملأ زابيكو الهواء بوابل من الأحجار الصغيرة . بينما أخذ باريكوتين فى الخمود ، لأن الغازات التى كان ينبغى أن تخرج منه كانت تتصاعد من فوهة البركان الصغير . وقد تجدد الأمل فى النفوس فى أن يكون ذلك دالاً على أن البركان الكبير فى سبيله إلى الخمود . وأخذ الناس يرددون « إنه سيتوقف حالا الآن ، إنه سيتوقف » غير أنه بعد مضى شهرين كاملين لم يخمد سوى الوليد زابيكو .

وما كاد ذلك يحدث حتى نشط البركان الكبير ثانية . وفى الوقت ذاته ظهر شق جديد على جانبه الآخر وأخذت طفوح الحمم المتوهجة تتدفق منه، واستمر تدفقها دون انقطاع شهوراً وشهوراً . كان يخرج منه كل يوم خلالها نحو مائة طن أو ما يزيد ، وتكونت قشرة صلبة تشبه السقف فوق الحمم . وكان من الممكن أن يسير الناس فوقها دون أن يعلم أحد أن تحتها حمماً متوهجة . و



يكن فى الإمكان تصور مبلغ حرارتها إلا عندما تشقق السقف وبدت خطورة
لسير فوقها . لأن الغازات الحارة السفلى غير المنظورة كانت تحرق النعال .

وامتدت الحمم وانتشرت ، وتكون منها أخيراً لسان امتد حتى غطى القرية
لتى يحمل البركان اسمها . وتساءل الناس هل تبتلع الحمم سان جوان كما ابتلعت
اريكوتين من قبل ؟

ولم يبرح سكان سان جوان مدينتهم برغم هذا التهديد . وكانت كل الأشجار
ى الغابات المحيطة بالمدينة قد ماتت أو فى سبيلها إلى الموت . وغطت الأتربة
لسمراء زراعات القمح ، ولم يعد هنالك مراع للخيل أو الأبقار أو الثيران ،
لم يكن لدى النساء وقت لمزاولة أعمال التطريز التى اشتهرت بها قريتهن ، لقد
كن فى شغل دائم بمقاومة الرماد . ولم يستطع الرجال أن يعملوا فى الغابات بعد
ن ماتت أشجارها ، وكانوا يقضون الوقت فى إزالة الرماد الذى سد الشوارع
تساقط ثقيلا فوق الأسقف حتى هدد المنازل بالدمار . كان سكان
ان جوان يعرفون أن مدينتهم هالكة ولكن الأمل كان يراودهم ، فربما عفا
ريكوتين عنهم وأبقى عليهم ، فبرغم اختيارهم موقعاً جديداً للمدينة وتخطيطهم
وارع جديدة لها وإصلاحهم الحقول حولها لم تكن لديهم الرغبة فى الهجرة .
ير أنهم اضطروا أخيراً إلى ذلك اضطراراً ، فقد ظهر طفح جديد من الحمم ،

وكان يتجه نحو مدينة سان جوان رأساً . اخترق الطفح الغابات وملأ الوادى الموصل إلى المدينة ، فحمل الناس على وجه السرعة كل مايمكنهم حمله فوق عربات النقل . فأنزلوا أبواب المنازل وإطارات النوافذ والألواح المختلفة ورفعوا من الكنيسة التماثيل والصور والمقاعد والأبواب ذات النقوش القديمة . وتسلق بعض الرجال برج الكنيسة وأنزلوا نواقيسها البرونزية الكبيرة .

وبعد أشهر قلائل لم ينج من الحمم المتدفقة إلا أبراج الكنيسة القديمة وجدار أوجداران . وعندما تم تدمير سان جوان بأكملها كان باريكوتين قد بلغ نهاية قوته . وفى أول مارس سنة ١٩٥٢ توقف قذف آخر قطعة من الأحجار . وبعد ذلك بأيام قليلة توقف تدفق الحمم وخمد باريكوتين .

وقد أكمل هذا البركان دورته فيما يزيد قليلا على تسع سنوات . وفى خلال تلك السنوات التسع بنى البركان لنفسه مخروطاً يبلغ ارتفاعه ١٦٠٠ قدم وغطى مساحة تبلغ مائة ميل مربع برواسب سميكة من الرماد ، وتدفقت منه ملايين الأطنان من الحمم التى بلغ عمقها فى بعض الأماكن ٣٠٠ قدم . وقد تعلم العلماء من باريكوتين أكثر مما كان من الممكن أن يتعلموه من مشاهدة الثورات الطارئة القصيرة لعشرة من البراكين الأخرى الكبيرة . فكان لبركان باريكوتين الصغير بعض الفضل ، كما كان له بعض الأضرار .



الفصل الرابع

البراكين ليست جميعها متشابهة

يعد باريكوتين مخروطاً من الرماد . وغالب الظن أن حياته لم تكن تختلف ن حياة آلاف من أمثاله من مخروطات الرماد الأخرى الموجودة فى العالم . دينا اليوم معلومات وفيرة عن أمثال هذه البراكين . إنها أكثر أنواع البراكين شاراً . وحينما تطالعنا الصحف بأنباء ظهور بركان جديد فى مكان ما ، فمن رجح أن يكون مخروطاً آخر من الرماد . وكثيراً ما حدث ذلك فى الولايات حدة . ونحن نعلم أن ثوران هذا النوع من البراكين لا يستمر فترة طويلة ، ا نعلم أنها عندما تخمد فى النهاية فإنها لا تعود إلى الثوران مرة أخرى .

ولدينا فى أريزونا مخروط من الرماد كامل الشكل . إنه بركان صغير ميل . ومن الأمور المغرية إلى أقصى الحدود أن يتسلق الإنسان بضع مئات

من الأمتار على سفحه لكى يصل إلى قمته ، ويدعى البركان « سنست كريتر » أى « فوهة غروب الشمس » . ولكن تسلقه ليس بالأمر اليسير ، فإن من يحاول تسلقه يرتد إلى الوراء قدماً كلما تقدم ١٣ بوصة إلى الأمام . ذلك أن جوانبه ليست إلا مواد مفككة من الحصى الأسمر . ولا يحتاج الإنسان إلى أن يكون خبيراً بأمور البراكين لكى يحكم بأن هذا البركان حديث العهد إلى درجة كبيرة . فهو يبدو كما لو كان قد ثار منذ سنوات قليلة . وفى واقع الأمر تتحدث أسطورة للهنود عن الزمن الذى كان هذا البركان نشطاً فيه . ولكن ذلك كان فى الغالب قبل أن يصل الرجل الأبيض إلى غرب الولايات المتحدة .

إن البراكين الصغيرة من أمثال « سنست كريتر » تبدو جميعاً كما لو كانت أكواماً من الرماد المفكك . وهذا هو السبب فى تسميتها بمخروطات الرماد . وفى بعض أجزاء من العالم يوجد عدد كبير منها . ويبدو بعضها حديثاً مثل بركان « سنست كريتر » بينما يكشف البعض الآخر الذى قد يكون قريباً منها عن قدم عمره بما يغطى جوانبه من أشجار وبمجارى المياه العميقة التى نحتت فى سفحه . ويوجد هنا وهناك بين مخاريط الرماد هذه ، جبال كبيرة من الحمم وأخرى من الرماد المفكك .

وهذا هو الذى يدعو العلماء إلى التساؤل : هل كانت كل هذه البراكين الكبيرة مخروطات رماد فى وقت من الأوقات ؟ وهل إذا استمر ثوران مخروط الرماد الصغير فترة كافية يحول إلى بركان كبير ؟ إنه من الصعب أن نجيب عن هذه الأسئلة ، إذ أنه لم يسبق لأحد أن رأى فى حياته مخروط الرماد يتحول إلى بركان كبير .

وتوجد مخروطات الرماد فى جميع المناطق البركانية الحديثة تقريباً . ويبدو أنها تتكون فى البقاع التى يكون أحد الجيوب الصغيرة من الحمم قد شق طريقه فيها إلى السطح . ومن المحتمل أن تكون الحمم فى مثل هذه الجيوب الصغيرة محتوية على قدر كبير من الغازات . وهذا هو السبب فى أن مخروطات الرماد



شديدة الانفجار . فالغازات التى بالحمم تنفجر فى عنف وتقذف بالحمم عالياً فى الهواء ، مما يجعلها تنفصل إلى قطع صغيرة تهبط على هيئة وابل من الأحجار الصلبة التى تتراكم حول فوهة البركان .

وبعض المخروطات المحترقة لا يخرج منها كلية أى طفح من الحمم بينما تتدفق الحمم من بعضها الآخر . ولكن خروجها من مخروط الرماد لا يكون من قمته . فقد توصل العلماء من مشاهدتهم لباريكوتين إلى أن الحمم تتدفق غالباً من أحد الجوانب . فما مخروط الرماد إلا كومة من الصخور المفككة التى لا تقوى على حمل بركة من الحمم . لأنها تكون سائلة . وهى كأى سائل آخر تحاول أن تنتشر بمجرد تدفقها من فتحة فى الأرض . فإذا صادفها مخروط صغير من الرماد فى طريقها فإنها تشق طريقها فى أدنى جوانبه وتفيض إلى الخارج ، ولا يمكنها أن تخترقه إلى القمة .

ومخروطات الرماد أقل أنواع البراكين خطورة . ولا يستمر نشاطها فترة

طويلة من الزمن . ويلوح أن ثوران الأنواع الحديثة التى نعرفها منها لم يستمر أكثر من سنوات قليلة أو أشهر أو أسابيع قليلة ثم توقفت . وفى أثناء هذه الفترة يتم البركان بناء مخروطه بأكمله . ولا تستطيع هذه البراكين أن تنمو فى خلال فترة ثورانها إلى أكثر من ألف قدم أو ألف وخمسمائة قدم . ولم يزد باريكوتين كما رأينا عن ذلك كثيراً .

فكيف نفسر مخروطات الرماد ؟ ولماذا يكون عمرها قصيراً ؟

إننا لا نستطيع أن نقدم تفسيراً لنشأتها أفضل مما قدمناه فى حالة البراكين الكبرى . ولكن هنالك حقيقة واضحة ، وهى أن مخروطات الرماد والبراكين الكبرى تعتبر جميعاً جزءاً من عملية واحدة . فنحن نجدها جميعاً فى نفس المنطقة . إن بعض المناطق البركانية تنتشر بها مخروطات الرماد بكثرة . ذلك أن جيوباً صغيرة من الحمم تشق طريقها إلى السطح . ويحدث ذلك فى بادئ الأمر فى مكان معين ، ثم يحدث بعد سنوات فى مكان آخر . وقد يستمر ذلك لمئات ومئات من السنين . وقد تكون مخروطات الرماد متباعدة يفصلها بعضها عن بعض أميال عديدة ، كما قد تكون متقاربة إلى حد كبير . وليس من اليسير علينا أن نخمن أين ومتى ينشأ البركان التالى .

أما البركان الكبير فإنه يستغرق فى تكوينه بطبيعة الحال زمناً أطول . وقد يصل هذا الزمن إلى قرون عديدة . ولكنه مع ذلك يسلك نفس مسلك مخروط الرماد ، ولكن على نطاق أوسع . إن هنالك فرقاً واحداً كبيراً بينهما ، ذلك أنه إذا خمد مخروط الرماد أو توقف عن الثوران فتلك هى نهايته . أما البركان الكبير فمن الممكن أن يخمد ألف سنة ثم تدب فيه الحياة من جديد . فلابد أن الحمم فى حالة البركان الكبير تكون لنفسها عنقاً متسعاً خلال القشرة الأرضية ، فعلى خلاف العنق الضيق لمخروط الرماد نجد أن الحمم التى تملأ العنق العظيم للبركان الكبير لا تتجمد حتى القاع بعد توقف ثورانه ، وهذا صحيح — على الأقل — إلى أن يخمد البركان خموداً تاماً .

وفى البركان الكبير تتدفق الحمم فوق القمة . ويرجع ذلك فيما يرجع إليه إلى أن الحمم عندما تصل إلى الفوهة تكون محتوية على قدر قليل من الغازات ، وعلى ذلك فإنها تكون أقل إزباداً وأقل قابلية للانفجار . كما يرجع ذلك أيضاً إلى أن بناء المخروط الكبير أشد قوة ومتانة . فالمخروط فى حالة البركان الكبير لا يكون مجرد كومة من الصخور المفككة . وإنما يتم بناؤه من تراكم طفح من الحمم فوق آخر ، فهو صخر صلب . وعلى ذلك فإنه يستطيع أن يتحمل بركة من الحمم.

وبعد انقضاء سنين عديدة يبدو البركان القديم الخامد كما لو كان جبلا هادئاً آمناً ، وتنمو الأشجار فى فوهته وتغطى الكروم قمته ، وتتكون على منحدراته طبقة من التربة التى تنمو بها أشجار البن والكروم نمواً ممتازاً . ويطمئن الناس إلى البركان ويعدونه صديقاً . إنه لم يثر منذ أمد طويل حتى حسب الناس أنه قد خمد ، وتقوم المدن العامرة عند قدمه . وفجأة قد يصحو العملاق من نومه ، فتهتز المنازل وتندفع الأحجار الصغيرة من الأرض وقد تنفرج فتحة ينبعث منها البخار .

وعندئذ قد تكون الفرصة سانحة للفرار ، فربما تعود الحياة إلى البركان بانفجار يدمر أميالا عديدة من الأراضى التى حوله . ويحدثنا التاريخ عن كثير من ثورات البراكين المدمرة مثل ثورة بركان فيزوف سنة ٧٩ قبل الميلاد . وسوف يحدث كثير من أمثالها فى السنوات المقبلة .

ومن اليسير أن نتعرف إلى بركان مثل بركان فوجيياما اليابانى . فلهذا البركان مخروط ضخم لا يقل كمالا عن مخروط بركان « سنست كريتر » . ولكن على سطح الأرض براكين أخرى ليس لها ذلك الشكل المخروطى ، ويسمى هذا النوع من البراكين بالبراكين ذات الدرع أو ذات القباء . والصخور المنصهرة التى تبنى هذا النوع من البراكين ، لا تحتوى إلا على قدر ضئيل من الغاز . وعلى ذلك فإن حمم هذه البراكين لا تنفجر بعنف بل تتدفق فى هدوء وتسيل بسرعة بعيداً عنها . وهذا هو السبب فى أنها لا تبنى مخروطات . ومن



الرأس الماسى ، هونولولو

الطبيعى أن تكوين القباء العالية فى مثل هذه البراكين يستغرق زمناً طويلا : وتستطيع أن تتصور الزمن الطويل الذى لزم لتكوين جزر هاواى وهى من أفضل الأمثلة لدينا للبراكين ذات القباء . .

وليس لثوران البراكين ذات القباء خطورة بالغة فلا تصاحب هذا النوع من البراكين أخطار شديدة بسبب عدم وجود انفجارات عنيفة . وينتج أشد أخطارها عن التدفق السريع لحممها . ولكن قليلا من الناس أصابهم الضرر من جرائها ولم يتمكنوا من الفرار بعيداً عن طريقها . ومع ذلك فإن هذا النوع من البراكين يعد أقل صداقة للإنسان من البراكين العظمى ، فمنحدرات الأقبية تكون فى الغالب صخوراً جرداء ، لأن حممها ذات القوام المائى تترك سطحاً أملس يستغرق تحويله إلى تربة بعوامل التعرية زمناً طويلا . كما أن التربة التى تتكون فى هذه الحالات ليست من النوع الجيد على أى حال بسبب فقر هذا النوع من الحمم فى المواد الغذائية التى يحتاج إليها النبات .

والحمم ذات السيولة الشديدة لا تكون دائماً براكين ذات قباء ، ففى بعض الأحيان لا تكون براكين مطلقاً . فقد تتصاعد الحمم من شقوق القشرة على هيئة

سدود وتنتشر أفقياً إلى مسافات بعيدة . وبمضى الزمن وتعاقب طفح فوق آخر قد تتكون منها هضبة كبرى .

وخروج الطفح من الشقوق (ويعرف بثورات الشقوق) يعد من الأمور النادرة التى لم نشاهدها كثيراً فى حياتنا ، وقد ظهر أعظم هذه الطفوح فى العصور الحديثة فى أيسلندة منذ مائتى سنة . فقد تدفقت كميات ضخمة من الحمم خلال ٢٢ فتحة تمتد على خط طوله عشرة أميال . وسالت فى مجرى أحد الأنهار ، محدثة فيضانات كبرى مات بسببها تسعة آلاف من الرجال و ٢٣٠,٠٠٠ من الخيل والأبقار . ولكن كثيراً من طفوح الشقوق حدثت فى الماضى البعيد وكانت منتشرة على نطاق واسع ، ففى واشنطون وأوريجون وايداهو انتشرت الحمم على هيئة بحر بلغ سمكه مئات الأقدام ، فغطت بذلك مساحة تزيد على مساحة نيوانجلاند بأكملها . كما بنت هذه البراكين هضاباً عظمى فى الهند وجنوب البرازيل وأورجواى .

ويستغرق بناء الهضاب التى تكونها الحمم زمناً طويلا ، ذلك أنه قد تنقضى آلاف السنين بين طفح وآخر . وربما كانت عملية بناء السهول المتكومة من



كريترليك (بحيرة الفوهة)

الحمم لا تزال قائمة حتى اليوم على سطح الأرض دون أن نشعر بها بسبب احتياجها إلى أزمنة بالغة الطول . وربما كان طفح أيسلندة مجرد حلقة واحدة فى سلسلة كاملة ، ولربما بنت الحمم فى يوم من الأيام سهلا ضخماً هنالك .

ولا نزال نجهل كثيراً من الأمور حول ثوران البراكين . فالبراكين التى من النوع المعروف بالكالديرا ، أى براكين أحواض الهبوط أو البراكين المركبة لا تزال لغزاً غامضاً علينا . ولا نستطيع إلا أن نلجأ إلى الحدس حول طريقة تكوينها لأننا لم يسبق لنا مشاهدة واحد منها فى دور التكوين . إنه بركان داخل بركان . . ويوجد على سطح القمر فوهات من هذا النوع — فوهات ينتثر فيها عدد من المخروطات الصغيرة . وفى الولايات المتحدة لا يوجد سوى بركان واحد من هذا النوع يعرف « كريترليك » أى بحيرة الفوهة . وتشبه جوانب هذا البركان جوانب جبل بالغ الكبر والضخامة . أما قمته فإنها نحتت نحتاً أفقياً . فبدلا من وجود رأس مدبب لهذا البركان ، توجد فجوة كبيرة ممتلئة بالماء ، تظهر فيها جزيرة .

وقد كان العلماء يظنون أن رأس هذا البركان لابد أن يكون قد نسف فى إحدى الثورات المروعة . غير أنه لا يوجد هنالك حول البركان من الصخور المفككة ما يرجح صحة هذه النظرية . ويعتقد الآن أنه بينما كانت الغازات تحاول الاندفاع نحو الخارج أخذت معها جميع الحمم التى اعترضت سبيلها من الجيب الأصلى للحمم تاركة وراءها فجوة كبيرة خالية تحت الجبل فازداد ضغط القمة على سطح هذه الفجوة وسقطت القمة داخلها ثم تسرب ما تبقى من الغازات والحمم خلال الجبل الذى تقوض ، مكوناً بركاناً من نوع مخاريط الرماد وسط الفجوة . ويكون هذا المخروط جزيرة « ويزرد » فى « كريترليك » .

ولم تتكون براكين الكالديرا (براكين أحواض الهبوط) فى العصور التاريخية ولكننا لسنا واثقين أنها لم تحدث إلا فى الماضى . فالنشاط البركانى — بكل تأكيد — ليس فى سبيل الزوال برغم ما قد يبدو لنا من ظواهر تدلنا على ضعف

هذه الظاهرة : فنحن نرى حولنا صخوراً بركانية قديمة فى أماكن لا يحدث فيها أى ثوران بركانى فى الوقت الحاضر . ولعلنا نقول : « ما كان أعظم النشاط البركانى فى العصور الغابرة » . ولكن هذا الحكم لا يقوم على أساس سليم . ومن المحتمل أن يكون عدد الثورات البركانية التى تحدث الآن خلال عام واحد معادلا لما حدث منها منذ أن جمدت القشرة الأولى للأرض وأصبحت سميكة حقًّا .



الفصل الخامس

حلقة نار المحيط الهادى

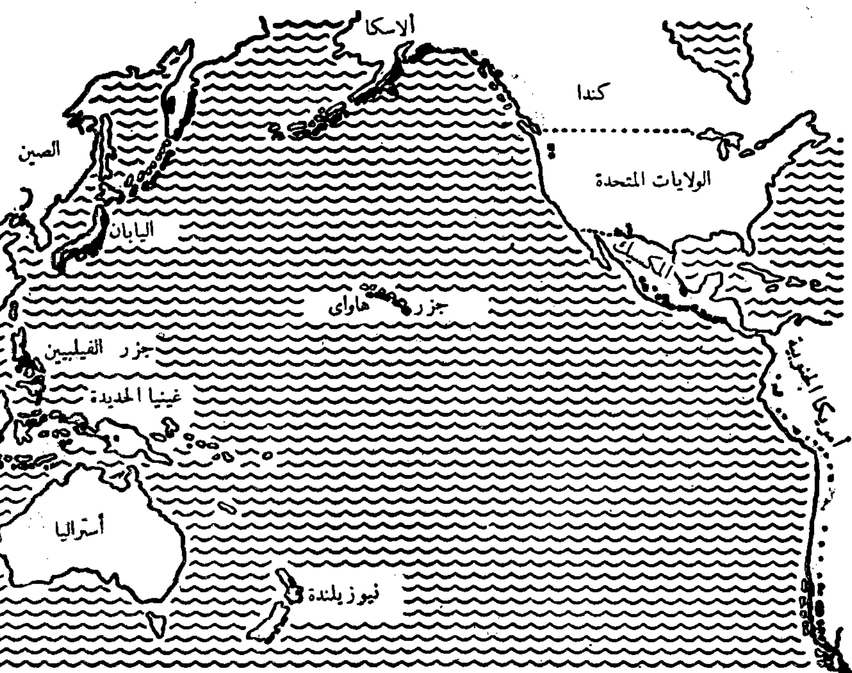
لا يكاد يمر وقت من الأوقات دون أن يحدث ثوران بركانى فى مكان من الأماكن . ذلك ما نقرأ عنه دائماً فى الصحف ، فالثوران البركانى يحدث اليوم هنا وغداً هنالك . ولكن الشيء الذى نستطيع أن نطمئن إليه هو أن هذا الثوران البركانى ليس قريباً من الولايات المتحدة ، فهى من البلاد التى لا تكثر بها البراكين التى قد تنشط . ويرجع آخر عهدها بالثوران البركانى إلى عام ١٩١٥ ، عندما ثار أحد الجبال فى كاليفورنيا ، وكان ذلك هو جبل لاسن الذى يعتبر البركان النشط الوحيد لديهم .

فلماذا خصتهم الطبيعة بكل هذا الفضل ؟ يبدو أن الأمر لم يكن على هذه الحالة فيما مضى . فالصخور البركانية تحيط بهم من كل مكان . ومن السهل

أن نميزها عن غيرها . ذلك أن الصخور التى اندفعت من جوف الأرض على هيئة حمم تختلف اختلافاً واضحاً عن غيرها من الصخور . وكثير من براكينهم قد محيت فوهاتها ، وبعضها لم يعد يحمل وجه شبه كبير للبراكين ، ومع ذلك فإننا نستطيع أن نتعرفها بنفس السهولة . فعند سفح بركان قديم جداً ، حيث نحت أحد الوديان فى عدة طبقات من الصخور ، يمكن رؤية طفوح بركانية عديدة يعلو بعضها بعضاً ، وقد انحدرت جميعاً بعيداً عن القمة لتروى لنا قصة تكوينها .

وإذا ما تلفتنا كذلك حولنا فإننا نجد أن كثيراً من الصخور البركانية توجد فى أماكن تبعد أميالا عديدة عن أى براكين أخرى حديثة . وقد يبدو ذلك عجيباً ولكننا نشاهد هذه الظاهرة فى كثير من البلدان الأخرى . ففى كل من فرنسا وألمانيا مثلا توجد مساحات بركانية شاسعة لا يجاورها أى براكين حديثة . فما سبب ذلك ؟ إننا نستنتج من ذلك شيئاً واحداً ، وهو أن مراكز النشاط البركانى تنتقل من مكان إلى آخر فى القشرة الأرضية . فهذه المراكز اليوم غيرها منذ بضعة ملايين من السنين .

فإذا كان الأمر كذلك ، فأين تقع مراكز النشاط البركانى اليوم ، إننا إذا حددنا على خريطة مواقع البراكين النشطة فى العالم ، والتى يبلغ عددها نحو ٥٠٠ بركان ، ثم تأملناها ، فسوف نلمح فى الحال توزيعاً عجيباً لهذه البراكين . إن أكثر من نصف هذه المواقع يقع بالقرب من المحيط الهادى . إن سلسلة طويلة منها تحيط بالمحيط فى صورة نطاق ، وإن لم يكن نطاقاً كاملا ، فهنالك بعض البقع على طول الشاطئ لا توجد بها براكين . ومع ذلك فإننا نستطيع أن نرى أنها تعتبر جميعاً جزءاً من سلسلة متصلة ، وإن كان ينقصها بعض الحلقات . أما بقية البراكين فمبعثرة ولكنها قلما تكون وحدها ، إنها تتجمع فى مجموعات أو فى صفوف يكوّن بعضها جزراً فى المحيط الهادى ، ويقع



بعضها بالقرب من البحر المتوسط والبعض الآخر فى وسط أفريقيا .

ولا نعلم السر فى هذا التوزيع ، ولكن لاشك فى أن له علاقة بأسباب البراكين ، غير أننا نجهل هذه الأسباب أيضاً . وقد افترض بعض العلماء بعد دراسة هذا التوزيع حول المحيط الهادى أن القارات تنزلق تدريجياً نحو المحيط ، مما ينتج عنه حدوث شق فى القشرة يحيط بحوض المحيط وييسر على الغازات والحمم الخروج إلى السطح . ولكن هل تنزلق القارات حقيقة ؟

منذ زمن غير بعيد كان عالم نمسوى يسمى ألفريد واجنر ينظر إلى خريطة العالم فأخذ فجأة بشىء عجيب . إنه شىء لاحظه غيره من قبله ؛ فالساحل الشرقى لأمريكا الجنوبية يكمل فى صورته العامة الساحل الغربى لأفريقيا ، تماماً مثل لعبة الأطفال التى تكوّن فيها الصورة من أجزائها . فهل كان هذان الساحلان متصلين فى يوم من الأيام ثم انفصلا وتباعدا ؟ وانتقل العالم بعد ذلك

صره إلى مكان آخر من الخريطة ، سبح بخياله فتصور أن نفس الظاهرة قد حدثت بين أوربا وأمريكا الشمالية . وخطر بباله أن المحيط الأطلسى ربما كون قد ظهر فى عالم الوجود بسبب انفصال العالم الجديد عن أوربا وابتعاده ن العالم القديم .

وعلى الجانب الآخر من أفريقيا ظهرت شبه الجزيرة العربية كما لوكانت



قد انفصلت هى الأخرى عما يجاورها ثم تزحزحت بعيدة عنه . وهل من الممكن أن تكون نفس الظاهرة قد حدثت كذلك بين الهند وأستراليا ؟ لقد أمعن واجنر فى تأمله لخريطة العالم . وكلما ازداد تأملا ، ازداد يقيناً أن القشرة الأرضية

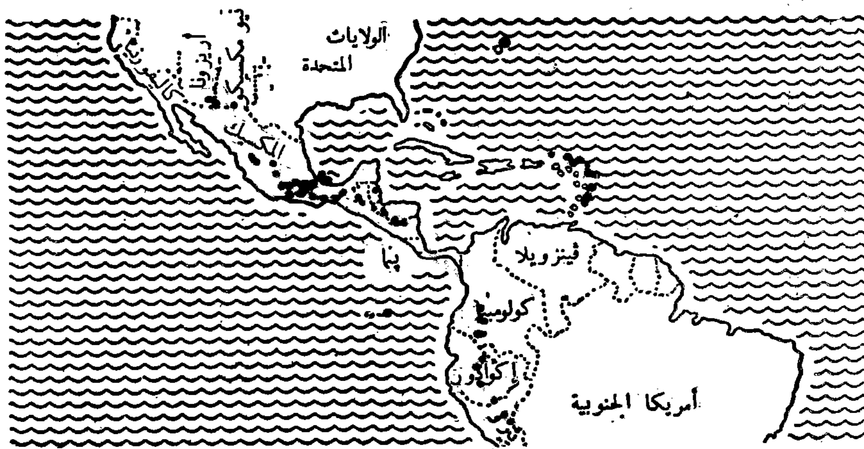
لا تقف ساكنة . إنه لم يتصورها طافية فوق سطح سائل ، ولكنه تصورها كما لو كانت تنزلق فوق قاعدة لدنة من الصخور .

لاشك أنها نظرية مغرية . وهى لا تقدم لنا تفسيراً للبراكين فحسب ، بل لتكوين سلسلة الجبال التى تمتد على طول الساحل الغربى للأمريكتين . إن الصخر الذى يتكون منه حوض المحيط هو البازلت . وهذا الصخر البركانى أثقل بكثير من الصخور التى تكوّن القارات . فكلما ضغطت القارات على قاع المحيط أثناء انزلاقها انثنت حوافها وتجعدت وازدادت سمكاً لتكون الجبال . وبتجعد الحواف تضعف القشرة وتنكسر فى كثير من المواضع ، فييسر ذلك على الحمم أن تصعد خلالها لتكون البراكين .

ودعنا الآن نلق نظرة سريعة على حلقة النار التى حول المحيط الهادى ، أو ما يسميه العلماء النطاق البركانى حول الباسيفيكى ، ولنبدأ بالساحل الغربى لأمريكا الجنوبية .

إننا نشاهد صفاً كاملا من البراكين على طول جبال الأنديز التى تتبع الحافة الغربية لهذه القارة . ويعد بعض هذه البراكين من أكثر براكين العالم ارتفاعاً . فبركان شيمبورازو فى إكوادور هو أعلاها جميعاً ويصل ارتفاعه إلى أكثر من ٢٠,٠٠٠ قدم . وهو من البراكين الخامدة . وبركان كوتوباكسى وهو أيضاً بإكوادور يقل ارتفاعه عن ذلك ١٠٠٠ قدم ، وهو يعد من البراكين النشطة .

وتنتهى سلسلة جبال الأنديز فى شمال أمريكا الجنوبية ، ويعد هذا الانتهاء من الأمور النافعة ، إذ أمكن شق قناة بناما فى موضعها . وفى شمال القناة تأخذ أمريكا الوسطى فى الاتساع ، ولكن البراكين تبقى ملازمة للساحل الغربى . وتزداد المكسيك اتساعاً وتنتشر البراكين بها عبر البلاد . ويكاد يكون هنالك صف كامل من البراكين يقطع سلسلة جبال الباسيفيكى . ويقع باريكوتين فى هذا الصف ، وكذلك أورزابا وهو أعلى جبال المكسيك . ويوجد فى غربه بالقرب



من مدينة مكسيكو بركانان كبيران أحدهما خامد والآخر وهو بوبوكاتيبتل يبدو حديث الشكل ولعله ما زال نشطاً ، فى كل صباح تقريباً يمكنك أن تشاهد سحابة صغيرة تتصاعد منه .

وفى الجزء الشمالى من المكسيك ينقطع النطاق مرة أخرى ، ولكنه يعود فيلتئم فى أريزونا ونيومكسيكو حيث نجد البراكين بعيدة إلى حد كبير عن المحيط الهادى ، ولم يثر أحد منها منذ عاش الإنسان الأبيض فى أمريكا رغم أن بعض مخروطاتها تبدو حديثة العهد إلى حد كبير . ويوجد على الساحل الغربى مونت لاسن (جبل لاسن) وهو من النوع النشيط ، كما يوجد مونت هود ومونت رينير اللذان يحتمل أن يكونا نشيطين أيضاً . فبرغم أنهما لا يبدوان على درجة كبيرة من النشاط ، فإنه ليس من الحكمة اعتبارهما خامدين كل الخمود ، ففيهما بقع حارة مما يدل على أن حرارتهما لم تتسرب تماماً منهما بعد ، وهنالك براكين أخرى كانت تبدو أشد برودة منهما ثم عادت إليها الحياة مرة أخرى .

وتعد المنطقة الواقعة فى أمريكا الشمالية من هذا النطاق أفقرها جميعاً فى البراكين ، فى كندا تنقطع البراكين مرة أخرى ولا تكثر إلا عند وصولنا إلى

ألاسكا حيث يبدأ صف كامل منها . ويوجد فى جزر اليوشن عدد من براكين أحواض الهبوط (الكالديرا) لبعضها مخروطات داخلية كثيراً ما تثور . ويوجد فى أقصى الشمال كثير من البراكين التى يحتمل أن تثور وتهدأ دون أن يشاهدها أحد بسبب بعدها عن أى مكان آهل بالسكان .

ويعض الجزر المواجهة لألاسكا جلها بركانية ، ومن بينها جزيرة تعرف بالجزيرة المختفية . فجزيرة بوجوسلف فى بحر برنج تم اكتشافها مرات متعددة ويرجع ذلك إلى أنها اختفت ثم ظهرت بعد كل ثوران بركانى عدة مرات .

وفى هذا القطاع التالى من السلسلة تشاهد الصواريخ النارية بكثرة زائدة ، فالبراكين تبدأ فى كامشاتكا التى تبرز فى المحيط من سيبيريا ثم تمر ببعض الجزر إلى اليابان .

واليابان مليئة بالبراكين وكثيراً ما أصيبت بأخطارها المروعة . ولكن اليابانيين مع ذلك يحبون البراكين وبخاصة بركان فوجيياما الذى يعد أجمل براكين العالم .

ونجد إلى الجنوب فى الفيلبين صفاً آخر من البراكين . فهنالك بركان مايون الجميل الذى يعد فوجيياما الفيلبين ، وهو كثيراً ما يثور . وهنالك بركان تال ، وهو بركان صغير يقع على جزيرة فى بحيرة فى الفيليبين ، وهو من النوع الخطير وعندما يثور تنطلق منه سحابة ثقيلة من الغازات والرماد الأسود الحار .

وتسبب البراكين إلى الجنوب من الفيلبين فى غانا الجديدة اضطرابات مستمرة . والجزر هنالك مزدحمة بالسكان بحيث توجد دائماً بالقرب من البراكين الثائرة .

وتعد جاوة وسومطرة فى حالة خطرة كذلك ، فهما كاليابان مليئتان بالبراكين التى بلغت من الكثرة درجة دعت الهولنديين إلى إنشاء مرصد لدراسة البراكين ومعرفة العلامات التى تنبىء بثورانها .

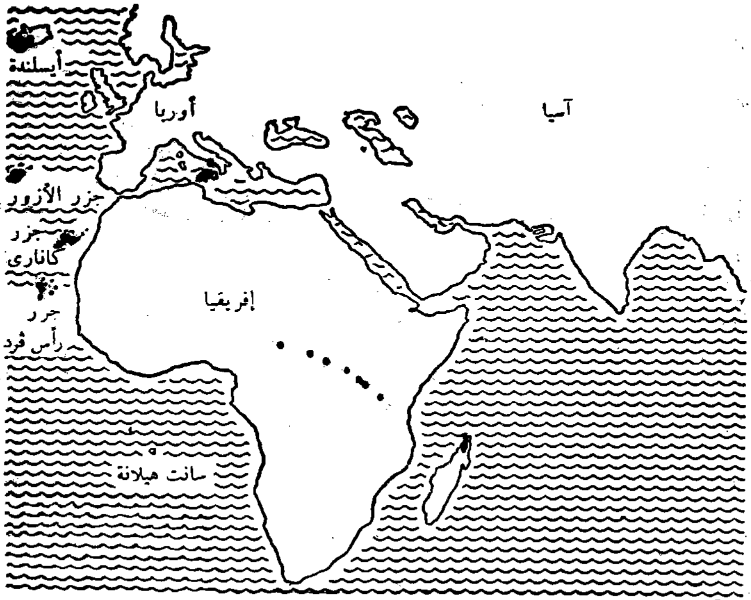
ولقد كان كراكاتوا فى يوم من الأيام أحد براكين هذه السلسلة الباسيفيكية كان جزيرة كثيفة الأشجار تقع بين جاوة وسومطرة ولكنها تطايرت

فى عام ١٨٨٣ وكادت تختفى من الوجود .

وينتهى النطاق الباسيفيكى عند الأنديز الشرقية . فى هذا المكان بالذات عند نهاية طرف جاوة نجد رقعة تعد من أعمق الأماكن فى المحيط ، وكأن القشرة الأرضية قد انثنت فى هذا المكان فى نهاية نطاق الأماكن الضعيفة . ومن المحتمل أن يظهر فى يوم من الأيام مزيد من الجزر فى هذا المكان ، وقد تنشأ براكين جديدة أيضاً . ولكن هذا لن يحدث إلا بعد ملايين السنين . إن تطاير الجزيرة واختفاءها من الوجود لا يستغرقان إلا لحظات . أما بناؤها من الأساس فيستغرق أجيالا وحقباً .

وتكشف لنا حلقة النار حول الباسيفيكى عن النقط الضعيفة فى القشرة الأرضية حول حوض المحيط العظيم . ولكن الحوض ذاته متشقق أيضاً. وهنالك سلاسل كاملة من الجزر البركانية فى المحيط العظيم . فجزيرة أيوجيما وغيرها من الجزر الشهيرة التى عرف الأمريكيون أسماءها خلال الحرب العالمية الثانية ، تعد من الجزر البركانية . وهنالك جزر بركانية أيضاً تمتد من نيوزيلاند شمالا إلى هاواى حيث كدست البراكين كميات كبيرة من الحمم حتى بنت أعلى كومة من الصخور فى العالم ، ويبلغ ارتفاع أحد البراكين فى جزر هاواى ما يقرب من ١٤,٠٠٠ قدم فوق سطح البحر . أما من حيث يبدأ على قاع المحيط الهادى فيبلغ ارتفاعه ٣٠,٠٠٠ قدم ، فهو بذلك أعلى الجبال على سطح الأرض .

وأخيراً هناك الجزر المرجانية التى لا تحصى ، وتقع جميعاً فوق قواعد بركانية ، لأن الحيوانات المرجانية لا يمكنها أن تعيش على أعماق تزيد على مائة قدم ، ولابد لها أن تبدأ البناء فوق قواعد جاهزة ، وعلى ذلك فإن كل جزيرة مرجانية مستديرة صغيرة فى المحيط الهادى ، من النوع الذى تتوسطه بحيرة ، علم من الأعلام المميّزة ، كما أن كل حاجز مرجانى هنالك يكشف لنا عن قصة الحمم التى تحتها وعن نقطة من نقط الضعف فى قاع المحيط العاتى .



الفصل السادس

بقع ضعيفة أخرى

لا تقع جميع الجزر البركانية فى المحيط الهادى . فأيسلندة كما رأينا من قبل لها أصل بركانى ، وسانت هيلانا ، وهى الجزيرة التى نفى إليها نابليون ، وجزيرة أسنشون لهما كذلك أصل بركانى . وتعد جزر آزور وكانارى وكاب ڤرد كلها جزراً بركانية . وتقع برمودا كذلك على قمة بركان . كما يوجد كثير من البراكين فى جزر الهند الغربية .

يوجد على الجانب الآخر من المحيط الأطلسى صف آخر من البراكين . وبركان فيزوف هو البركان الوحيد من النوع النشط الذى يوجد فى أراضى القارة الأوربية ، غير أنه يوجد الكثير من هذا النوع النشط من

البراكين فى البحر المتوسط وأكبرها جميعاً وأعلاها هو بركان أتنا بصقلية ويبلغ محيط قاعدته ٨٧ ميلا . ويثور بركان إسترمبولى الذى يقع فى جزيرة إلى الشمال منه مباشرة بصفة مستمرة ويلمع كل ليلة بالضوء الأحمر ويسميه القباطنة « منارة البحر المتوسط » لأنهم يقودون سفنهم على هداه . وتقع مدخنة أتون بركان فولكان قريباً منه .

وفى شرق البحر المتوسط مجموعة أخرى من البراكين من بينها جبل أرارات . وتقع المجموعة الأخيرة من البراكين الهامة الأخرى فى وسط أفريقيا . وهنالك يمكننا أن نلمس فعلا أن هذه المنطقة هى إحدى المناطق الضعيفة فى القشرة الأرضية ، فقد تشققت القشرة الأرضية حولها وتحرك سطح الأرض تارة إلى أعلى وتارة إلى أسفل . ونستطيع أن نرى هنالك بعض الأماكن التى انخفض فيها سطح الأرض إلى مسافة تصل إلى ٦٠٠٠ قدم أى ما يزيد على ميل .



جبل كلمانجارو

وغالباً ما تكون هذه الشقوق مختلفة تحت سطح المحيط . أما هنا فإن الأخاديد التى تسببت عنها تظهر على السطح وتكوّن الأماكن الهابطة ودياناً طويلة ضيقة. ويختلف هذا النوع من الوديان الأخدودية الموجودة فى أفريقيا عن الوديان المعتادة التى تنحتها المياه الجارية . فالوديان الأخدودية يكون هبوطها فى خط مستقيم وجدرانها قائمة .

وفى وسط أفريقيا تقطع الأخاديد مجموعة أخرى من الشقوق . وعلى ذلك فليس من العجيب أن نجد فى هذا المكان مجموعة كبيرة من البراكين التى انتشرت فوق الشقوق المتقاطعة . وفى تنجانيقا أدى تراكم الحمم إلى تكوين أعلى جبل فى أفريقيا كلها . وهو جبل كليمانجارو ، ويقع قريباً من خط الاستواء حيث تبلغ الحرارة أشدها . ومع ذلك فإن قمة البركان تبلغ من الارتفاع حداً يجعل الجليد لا ينصهر أبداً من فوق قمته .

وحمم بعض البراكين الأفريقية رقيقة القوام مائية ، وهى لذلك تتحرك بسرعة كبيرة . وقد تدفق أحد هذه الطفوح حديثاً بسرعة كبيرة حتى كاد



يطبق على عالم من العلماء الذى كان يقوم بدراسته . فقد وجدالعالم نفسه مع اثنين من المواطنين الذين كانوا يساعدونه محصورين بين الغابة والحمم الزاحفة نحوهم . ولم يستطع الرجال أن يتحركوا بسرعة تكفى للابتعاد عن طريقها . ولولا أنهم وجدوا أنفسهم فى أحد الطرق التى تشقها الفيلة فى الغابة فى نفس اللحظة التى كادت الحمم تدهمهم فيها لهلكوا جميعاً .

تلك هى المراكز الحديثة للبراكين . وقد ألقينا نظرة سريعة على المناطق الخطيرة من الأرض . ولعلنا نستطيع الآن أن نعرف لماذا حبت الطبيعة بفضلها



الولايات المتحدة . فالبراكين كما رأينا لا تثور إلا فى الأماكن الضعيفة من القشرة الأرضية . وباستثناء الساحل الغربى من الولايات المتحدة فإنها تعد بعيدة عن هذه المناطق . وليس هنالك ما يدعو سكانها إلى الخوف من ثوران بركان جديد خلف أظهرهم كما حدث فى حقل القمح الذى كان يمتلكه دايونيزيو بوليدو . فدايونيزيو كما تذكر كان يعيش فى منطقة بركانية .

وفى خلال ملايين السنوات القادمة لن تثور البراكين إلا فى مثل هذه

المناطق الضعيفة . فى أوربا يجب ألا نتوقع حدوث البراكين الجديدة إلا بحذاء البحر المتوسط . وفى أفريقيا يجب ألا نتوقع حدوثها إلا فى وسطها . وأما فى أستراليا فلا يوجد أى احتمال لقيام بركان .

ولكن حتى عندما نعيش بالقرب من أحد البراكين فلا داعى للقلق ، لأن للبراكين نذراً . فإذا استجبنا لها وبدأنا الهجرة فوراً فإننا نكون فى أمان . ونحن نعلم الآن أن البراكين الخطيرة هى تلك التى تبدو خامدة ، كما بدأنا نعرف ما هى نذر البراكين . فنحن نعلم أن الزلازل والبراكين تجىء معاً ، فمن الحكمة عندما تهتز الأرض أن نتطلع إلى البركان لكى نرى ماذا به . فإذا انبعثت منه سحابة بيضاء ، فقد حان وقت الرحيل . كما اتضح لنا أنه من الأفضل أن يحتاط الإنسان قبل أن يفوت الأوان ولا ينفع الندم . فمن الخير أن يرحل الإنسان ثم يتبين له بعد ذلك أن رحيله لم يكن ضرورياً على أن ينتظر أكثر مما ينبغى . لأنه إذا انبعثت من مخروط البركان سحابة من الغازات ورماد أسود فات حينئذ وقت الفرار .





الفصل السابع

انفجار الإعصار

إننا نعد البركان خامداً إذا لم تنبعث من فوهته سحابة قط . ولكن كلمة « قط » هذه من الكلمات الخادعة . فعل تعنى مائة سنة ، أو خمسمائة ، أو ألفاً ؟ ذلك ما لا يستطيع أحد أن يحدده . وقد يحدث أن نضع أحد البراكين فى عداد البراكين الخامدة ، ثم نضطر إلى رفعه من قائمتها . وعلى ذلك فمن الجائز أننا نخطئ حينما نصف كثيراً من البراكين بأنها خامدة .

ولكن دعنا نتساءل عن تلك السحابة البيضاء التى تدلنا على أن البركان لا يزال حيًّا ، بل ربما دلت على أنه يتأهب للانفجار . هل هى نوع من أنواع الغازات ؟

فالحمم ، كما علمنا ، تحتوى على قدر كبير من الغازات مثل ثانى أوكسيد

الكربون والكلور والفلور وكلوريد النشادر وثانى أوكسيد الكبريت . وبرغم أن لبعض هذه الغازات رائحة – بل رائحة شديدة – فإننا لا نستطيع أن نراها . وعلى ذلك فينبغى أن نخرج الغازات من حسابنا عند تفسير ظهور السحابة . فهل يمكن للسحابة أن تكون من البخار ؟

حقيقة أن الماء يخرج من الأرض عند حدوث البركان كما تخرج الغازات . وبعض الماء يخرج على صورة بخار . وقد تتكون سحابة بيضاء فوق هذا البخار .

فكيف إذن تتكون السحابة السوداء التى تشبه الدخان ؟

الواقع أنه ليس هناك دخان بالمعنى الصحيح . غير أن الصحف تحدثنا عن الدخان وعن اللهب اللذين ينبعثان من البركان عندما يثور . فكيف يمكن أن يكون هناك دخان ولهب وكيف يتكونان ؟ وماذا عساه أن يحترق هنالك ؟ إن عملية الاحتراق تتطلب وجود مادة تحترق مثل الخشب أو الفحم . ولكنه لايوجد بين الصخور التى يقذف بها البركان شىء من هذا القبيل . وما الدخان واللهب اللذان يظن الناس أنهم رأوهما فوق البركان إلا تراب الصخور والحمم الحارة الحمراء . ويسمى العلماء تراب الصخور رماداً ، وهى تسمية غير موفقة لأنها تجعل الناس يظنون أن هنالك شيئاً يحترق .

وبالرغم من أنه ليس هنالك شىء يحترق فى البركان ، فإن كل ما يخرج منه يكون فى درجة مريعة من الحرارة . وأشد أهوال البراكين تنجم عن الغازات الحارة إلى أقصى درجات الحرارة والتى تنفجر عندما تدب الحياة فى أحد البراكين الخامدة . وقد حدث ثوران مروع من هذا النوع عام ١٩٥١ فى غانا الجديدة عندما ثار مونت لامنجتون وقتل ألفى شخص . ولعل الكثير منا لم يسمع عن ثوران مونت لامنجتون . ويرجع ذلك إلى أن هنالك من الأحداث المثيرة هذه الأيام ما لا يدع مجالا فى الصحف لأخبار البراكين الثائرة .

ويقع بركان لامنجتون على بعد ٨٠ ميلا إلى الشمال الشرقى من ميناء مورسبى

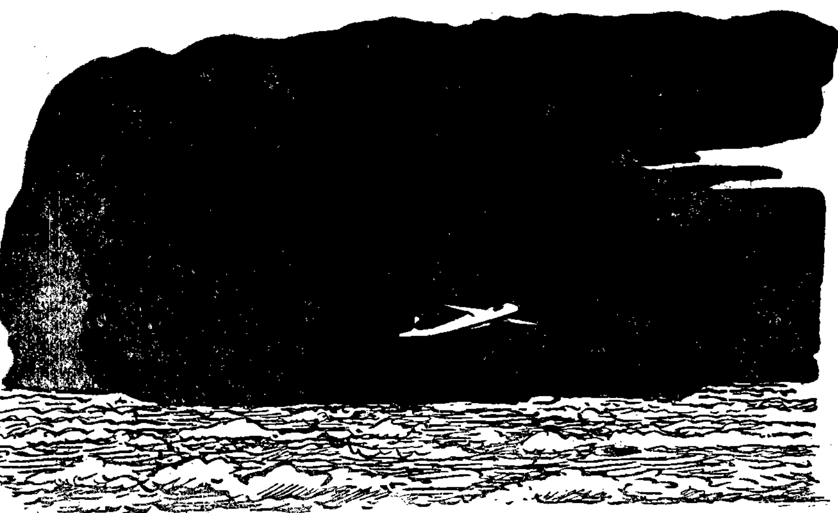


وهو يطل على طريق استخدمه الجنود الأمريكيون عند عبورهم الجزيرة فى الحرب العالمية الثانية . وهو بركان قديم . وكان الناس يعلمون أنه بركان ، غير أنهم كانوا يظنونه خامداً عديم الضرر . والواقع أنه لم يكن هناك ما يشير إلى أن شيئاً ما كان يجرى بداخله . وعندما رآه الجنود الأمريكيون كان جبلا عالياً تغطيه الأشجار ولا يختلف فى مظهره عن أى جبل آخر . ولم يخطر ببال أحد منهم أن هذا الجبل قد يكون فى يوم من الأيام مصدر أذى أو إزعاج لأحد .

ولكن فى أواخر عام ١٩٥٠ أدرك الناس فجأة أن جبل لامنجتون لم يكن خامداً كما حسبوه ، فقد اهتزت الأرض بزلزال تلو زلزال ، ثم شاهد الناس ، وقد استولت عليهم الدهشة ، عموداً رقيقاً من الدخان ينبعث من البركان وتساءلوا عما إذا كان ممكناً أنه يستعد للثوران ؟ ولم يكن لدى الناس فى هذه المنطقة خبرة عن البراكين التى تثور بعد خمول وتحيا بعد ممات . ولم يستطيعوا أن يتصوروا

أن جبلهم مونت لامنجتون الآمن كان يتأهب لإطلاق الصواريخ . ولكن عندما اشتدت الزلازل عنفاً وازداد تصاعد البخار أدرك بعض الناس أن البركان كان جاداً في ثورته ، وقرر كثيرون منهم ألا يجربوا حظهم فهاجروا تاركين حقائبهم وأمتعتهم . ولكن غيرهم كثيرين بقوا هنالك ، فما كان لديهم مكان ما يذهبون إليه .

ومرت الأيام واستمرت الأرض تزمجر وتهتز . ولم تلبث الزلازل أن ازدادت عنفاً ، لدرجة أننا لا نستطيع أن نتصور الآن كيف أن جميع السكان لم يأخذوا حذرهم ويفروا . وأكثر من ذلك أن بعض الأوربيين الذين كان يفترض فيهم



أن يقدروا خطورة الأمر قد بقوا هنالك أيضاً .

وفي صباح ٢١ من يناير كانت إحدى الطائرات تمر على مسافة بضعة أميال بعيداً عن البركان في طريقها إلى ميناء مورسبي . وفجأة روع الركاب بمنظر سحابة من الدخان تنبعث من الجبل ، وقد اتخذت شكل نبات عيش الغراب متجهة صوب السماء . وفي الحال دار الطيار حول المكان محاولا أن يستطلع الأمر . غير أنه عندما صار على مسافة ١٥ ميلا من حافة الدخان اهتزت

الطائرة وسط تيارات الهواء المضطربة ، لدرجة أنه عدل عن رأيه . لقد فكر قائد الطائرة فى حياة الركاب فاستدار ثانية وطار بعيداً عن هذه المنطقة .

كان ذلك هو الثوران الأول والرئيسى للبركان . فما كادت تنقضى دقائق معدودات حتى كانت مئات الأميال المربعة من الجبل تختفى تحت سحابة من الرماد البركانى . وكان الجو فى المنطقة كلها ملبداً بطبقة سميكة من الرماد ، لدرجة أن طائرات الإنقاذ لم تستطع أن تهبط إلى الأرض فى صباح اليوم التالى ، فقد عجزت عن أن تهتدى إلى المطار بسبب السواد الحالك وتعذر الرؤية . رغم أن هذا المطار كان يبعد عن جبل لامنجتون بنحو ١٩ ميلاً .

وقد محيت هيجاتورا التى تقع على بعد عشرة أميال من البركان من الوجود . أما سانجارا التى تبعد عنها بميل فلم ينج من أهلها إلا أشخاص قلائل ، غير أن نجاتهم قد تمت بمعجزة . فبينما كان الدخان الأسود المحترق يندفع إلى أسفل الجبل فى طريقه إليهم ، قامت زوبعة من الهواء مرتفعة نحو قمة الجبل واستمرت مدة ثلاث دقائق ، على حسب قولهم ، فحالت بينهم وبين تلك السحابة السوداء وأعطتهم بذلك الفرصة لكى يتكدسوا فى إحدى سيارات النقل التى انطلقت بهم فى سرعة بعيداً عن الخطر .

فماذا كان السبب فى موت ألفين من الأشخاص الذين صرعهم البركان ؟

لم يأت أحد ممن نجوا بذكر الحمم . وكان من الواضح أن الحمم لم تكن السبب فى هلاك هؤلاء الناس . لقد حدثت الكارثة بسبب الغازات الحارة الملتهبة وبسبب التراب الصخرى . وكثير ممن فروا أصابتهم الحروق بصورة مروعة . وتحدث كل من شاهدوا الانفجار عن السحابة السوداء التى كانت تموج بما يدور فيها من الشرر الأحمر الحار . وذكروا أنها انفجرت كقنبلة ذرية مرتفعة إلى مسافة سبعة أميال أو أكثر ثم اندفعت ساقطة نحوهم . فإذا كان تقدير من نجوا لفترة الدقائق الثلاث التى هيأت لهم الفرصة للنجاة تقديراً دقيقاً ،



مونت لامنجتون

فإن سرعة سقوط هذه السحابة من التراب الصخرى والغازات الحارة كانت أربعة أميال فى الدقيقة . .

وبرغم ما كان عليه ثوران مونت لامنجتون من روعة المنظر فلم يكن أمره عجيباً بين البراكين. فقد انفجرت من قبله فى الماضى براكين كثيرة ، وسوف ينفجر كثير من أمثاله فى المستقبل . إنه ذلك النوع من الانفجار الذى يطلق عليه العلماء اسم الانفجار الإعصارى . ولقد كان انفجار بركان فيزوف عام ٧٩ قبل الميلاد من هذا النوع . وكذلك كان انفجار مونت بيليه فى الثامن من شهر مايو عام ١٩٠٢ . لقد كان انفجار هذا البركان من شر الانفجارات ، بل لعله كان أكثر الانفجارات الإعصارية التى حدثت فى جميع العصور شرًّا ومصدراً للخسارة .

ويبلغ ارتفاع مونت بيليه ٤٠٠٠ قدم . وكان يشرف على سانت بيير التى كانت فى وقت من الأوقات أكبر المدن فى مارتنيك ومن أهم مدن جزر الهند الغربية . وكان بيليه بركاناً قديماً من أمثال لامنجتون وفيزوف . وكان جميع الناس يعتقدون أنه خامد أو فى حكم الخامد . حقيقة أنه كان قد انبعث من شق

عند قمته قبل ذلك التاريخ بخمسين سنة قليل من البخار ، ولكن أحداً لم يعر هذا الأمر اهتماماً ، لقد بدا بيليه خامداً كل الخمود وكانت منحدراته مشققة بالجداول والوديان العميقة ، وكانت الفوهة التي فى قمته مملوءة بماء البحيرات الأزرق ؛ ولم يخطر ببال أحد أن هذا الجبل القديم الوديع الجميل يمكن أن يسبب الموت والدمار .

ثم بدأ البركان ينشط فى الأسبوع الأخير من شهر مايو عام ١٩٠٢ . وقد تبين لنا اليوم أن علامات نشاطه كلها كانت تحذيرات كان ينبغى أن يأخذها سكان سانت بيير مأخذ الجد . ولكنهم لم يفعلوا . غير أن قليلا منهم فقط تنبه وأدرك خطورة الأمر كلما انبعث عمود من الدخان بين آونة وأخرى من فتحة قرب فوهته ، وكلما تساقط وابل خفيف من الرماد على المدينة ، ولكن الباقين كانوا ينظرون إلى هذه القلة على أنهم قوم توترت أعصابهم واستبد بهم القلق دون داع لذلك . ولكى تعمل السلطات على تهدئتهم أرسلت رجالا لفحص القمة فلم يجدوا تغييراً يذكر يستحق التسجيل . وذكروا أن



سانت بيير قبل تدميرها

مستوى الماء فى البحيرة قد تغير . أما الدخان فقد رجحوا أن يكون منبعثاً من مخروط محترق صغير فى وسط البحيرة .

وقد اطمأن معظم السكان كل الاطمئنان وكان عددهم نحو ٢٥ ألفاً ، وراحوا يستعدون للرابع من شهر مايو وهو اليوم الذى كانوا قد اعتزموا أن يقوموا فيه برحلة كبيرة إلى أعلى الفوهة . ولم يستمر على خوفهم إلا أولئك الذين توترت أعصابهم ، وهم الذين أخذوا ينادون بإخلاء المدينة ويكررون النداء . .

ولكن الصحف أخمدت هذه الصيحة . وقد كتب أحد المحررين يقول بأنه ينبغى ألا يخشى سكان سانت بيير من بركان بيليه أكثر مما يخشى سكان نابولى من بركان فيزوف ، ثم قال إننا لا نستطيع أن نفهم هذا الذعر فأين يمكن للإنسان أن يكون فى مكان أفضل من سانت بيير . .

ويظهر أن كثيراً من الناس فى مارتنيك كانوا ينظرون إلى الأمر نفس نظرة الاطمئنان ، لأن قرابة ١٥٠٠٠ من اللاجئين من أماكن أخرى من الجزيرة قد هربوا إلى المدينة بوصفها أكثر أماناً من بلدانهم .

وفى اليوم الخامس من شهر مايو أعطى البركان نذيراً جديداً ، ولكنه كان فى هذه المرة أشد عنفاً . فقد اندفع سيل من الطين والحمم ، وانحدر نحو الوادى ودفن بعض معامل السكر هنالك ، وقتل أربعة وعشرين شخصاً . ومع كل ذلك فقد أصر الحاكم على أنه ليس هنالك خطر . . . وبذل أقصى ما فى وسعه ليحول بين الناس وبين هجرة المدينة . وقد انتقل هو بنفسه ليقيم فى سانت بيير لكى يثبت للناس ضآلة الخطر الذى يهددهم . ولكن كثيراً من الناس كانوا حينذاك قد أصابهم فزع شديد ، وبرغم أن العلماء الذين عضدوا الحاكم كانوا يعلنون دائماً أن البركان كان طبيعياً إلى أقصى الحدود ، فإن مئات من الناس تركوا المدينة .

وانقضى يوم آخر وبدا مونت بيليه أشد غضباً . وفى السابع من الشهر كانت سفينة إيطالية تأخذ حمولتها من السكر من ميناء سانت بيير وكان ربانها

رجلا يقظاً ركز بصره ، الذى اعتاد معرفة الجو ، على البركان . ولما كان هذا الربان من إيطاليا ، فقد كان يحسن تقدير عواقب انبعاث الدخان من البراكين . ورغم أنه لم يأخذ أكثر من نصف حمولة سفينته ، فإنه قرر الرحيل فوراً .

وأخذ صاحب السكر يجادله ويحاول إقناعه بإكمال حمولة السفينة ويذكر له أن مونت بيليه قد قذف بالدخان والرماد من قبل دون أن يحدث ضرر ، وأنه سوف لا يحدث ضرر فى تلك المرة أيضاً . . ولكن الربان هز رأسه قائلا : « إننى لا أعرف شيئاً عن مونت بيليه ، ولكننى أعرف أنه لو حدث لفيزوف ما أشاهده اليوم فإننى كنت أترك مدينة نابولى مباشرة . ولسوف أترك هذا المكان فوراً » .

وحاول صاحب السكر أن يمنع الربان من الرحيل . وفى لحظات قليلة صعد رجال شرطة الميناء فوق ظهر السفينة ليمنعوا الربان من السفر .

قال لهم الربان فى حزم : « سوف أرحل من هذا الميناء فى أقل من ساعة ، فإذا كنتم تريدون أن تذهبوا إلى الشاطئ فهذا هو الوقت المناسب ، وإذا آثرتم البقاء معى فإننى أؤكد لكم أننى سآخذكم معى إلى فرنسا » .

ونزل الرجال من فوق السفينة التى أخذت فى الإبحار بعيداً .

وكان اليوم التالى ، وهو الثامن من مايو ، يوم الهلاك . فقد كانت سبع عشرة سفينة راسية بميناء سانت بيير ، ولحقت بها فى الصباح سفينة أخرى تسمى رورايما وقد تغطى سطحها باللون الرمادى من كثرة ما تساقط عليه من الرماد فى عرض البحر ، ومع ذلك رسا قائدها بسفينته فى الميناء فى هدوء وطمأنينة . ومن العسير أن نتصور الآن كيف أن هذا الربان وغيره ممن كانوا معه من الربابنة لم يقدروا ما كان يهددهم من الخطر فى ذلك اليوم . لقد اعتبروا جميعاً الدخان والأصوات القاصفة المستمرة ، كما لو كانت جزءاً من استعراض عظيم .

وفى الصباح الباكر كانت المدينة المنكوبة ساكنة وكأنها سحرت سحراً ، فلم

يكن يلوح أن هنالك أحداً على قيد الحياة سوى بحارة الميناء الذين تجمعوا مع العمال الذين يقومون بتحميل السفن .

وفى حوالى الساعة السابعة وخمس وأربعين دقيقة حدث انفجار مروع ، وانطلقت عالياً فى الهواء سحابة سوداء ضخمة . حارة محرقة يشع من داخلها وميض أحمر قاتم ، ثم نزلت على سفح الجبل ، وفى طرفة عين كانت قد أطبقت على سانت بيير .

ووقف البحارة فى سفنهم وقد شل الفزع حركتهم يرقبون الدخان وهو يهوى نحوهم . وكان المهندس الثانى إيفنز على ظهر الباخرة رورايما يرقب مونت بيليه عند وقوع الانفجار . لقد رأى السحابة تتجه نحو السماء ثم تنحدر على سفح الجبل ، وعندما أخذ الرماد الأسود المتوهج فى الاتجاه نحو الميناء كأنه إعصار ،



قدر مدى خطورة الموقف ، لقد سمع الربان وهو ينادى فى فزع أن ارفعوا المرساة ، وشاهد البحارة يجرون نحو الحبال ولكنه أدرك أن الفرصة كانت قد ولت . وأسرع المهندس إلى غرفة الآلات ينشد النجاة . وبعد ثوان قليلة أصاب الانفجار الباخرة وكاد يقلبها رأساً على عقب ، وانفصلت غرفة المراقبة كما انفصلت سوارى ومداخن السفينة وكأنها قد بترت عنها بضربة سيف . ثم تبعثرت على سطحها . ولم تكن هنالك نار فى السحابة ولكن حرارة الدخان كانت بالغة الشدة بحيث هشمت ما على السفينة من الألواح الزجاجية . وما من شىء حىّ مسته السحابة إلا أدركه الفناء .

وعندما مرت العاصفة وتحسس المهندس طريقه فى الظلام الذى أحاط بكل شىء لم يكن على قيد الحياة من بين رجال السفينة البالغ عددهم ثمانية وستين رجلا سوى خمسة وعشرين . وقد احترق حتى الموت ، جميع من كانوا على ظهر السفينة . وحاول الناجون أن يخمدوا النيران التى أمسكت بالحشيات والوسائد . ولم تصب النار السفينة الخشبية وما كانت تحمله فوق ظهرها من أخشاب . لقد مرت الغازات الساخنة والرماد بسرعة كبيرة فلم تحرق إلا الأشياء سريعة الاشتعال . وسرعان ما انتشرت النيران ودمرت ست عشرة سفينة من بين الثمان عشرة التى كانت راسية بالميناء .

وأتت النيران على كل ما يقع عليه البصر على الشاطئ ، ولكن هذه الحرائق العظمى لم تتسبب عن سحابة الغازات والرماد ، بل نجمت عن انفجار آلاف من براميل الخمر التى كانت مخزنة بالمدينة .

لقد كان منظراً مفزعاً ذلك الذى وقعت عليه أعين من بقوا على قيد الحياة عندما نظروا صوب الشاطئ . لم يكن هنالك إنسان يتحرك ، ولا صوت يسمع ، بل انتشرت جثث الموتى على أرصفة الميناء التى كانت منذ لحظات قليلة تموج بالعمال ، وكانت المدينة نفسها ترقد رقاد الموتى ، لا يتحرك بها سوى

ألسنة اللهب التى كانت تزداد لحظة بعد أخرى ، وسوى ذلك الدخان الذى كان لا يزال يندفع من مونت بيليه . وما علم أحد حتى ذلك الحين أن أحداً لم يسلم من الحرق أو الاختناق من الانفجار الأول فى سانت بيير سوى سجين واحد فى أعماق سجن المدينة .



الفصل الثامن

انفجارات المرجل

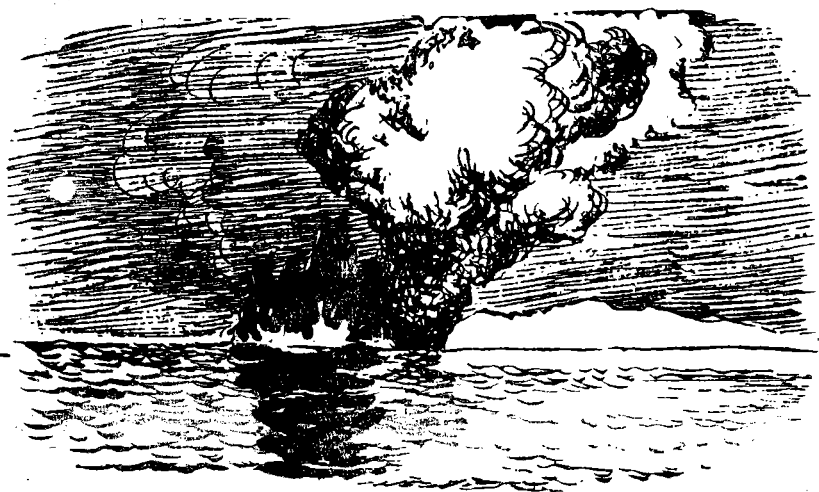
إن البراكين الخامدة لا تثور جميعاً بنفس الطريقة تماماً ، ولا ترجع الخسارة فى الأرواح التى تتسبب عنها إلى انفجار الإعصار دائماً . فعندما انفجر كراكاتوا عام ١٨٨٣ أودى بحياة عشرات الآلاف من الناس لا بسبب الاحتراق أو الاختناق وإنما بسبب الغرق .

كانت كراكاتوا جزيرة كثيرة الأشجار تقع فى قطاع ضيق من البحر بين جاوة وسومطرة . وقد بنيت وارتفع بناؤها حتى وصل إلى ٢٦٠٠ قدم نتيجة لاتصال مجموعة من البراكين تراكمت رواسبها البركانية تدريجياً . ولم تكن الجزيرة كبيرة كما أنها لم تكن مأهولة بالسكان ، غير أن بعض الناس كانوا يذهبون إليها مراراً للحصول على الفواكه البرية . وهم يعلمون جميعاً أن كراكاتوا كانت بركاناً . بل وكانوا أحياناً يشاهدون البخار والتراب يندفعان من بعض الفوهات بها . ولكن عندما انقضى ما يقرب من ٢٠٠ سنة دون أن يحدث ثوران

فى الجزيرة ، اعتبر الناس أن أمر البركان قد انتهى فمظهره يدل على ذلك .

غير أن مخبره لم يكن هدوءاً وسلاماً كله . فبينما كان الناس مشغولين بشئون حياتهم كان البركان يتأهب على مهل لأعنف انفجار عرف فى العصر الحديث ولا يستطيع العلماء أن يجزموا على وجه الدقة بما كان يحدث بداخله، ولكن جميع الدلائل تجعلهم يعتقدون أن ثوران كراكاتوا كان انفجاراً بخارياً . لقد انفجر البركان كما ينفجر المرجل عندما يرتفع ضغط البخار داخله ارتفاعاً زائداً على الحد .

ومن اليسير أن نتصور كيف يمكن أن يحدث ذلك ، فالصخور السطحية فى كراكاتوا كانت منذ زمن بعيد مشبعة بماء البحر الذى يتسرب إليها حيثما كان يجد شقاً أو فتحة فيها . ولم يكن هذا الأمر وحده ليسبب ضرراً ، ولكنه عندما تزداد الحرارة تبدأ المتاعب فى الظهور . ذلك لأن الحرارة تحول الماء الذى بالصخور إلى بخار ، وقد ترتفع درجة حرارة البخار لتحوله إلى بخار فوق مسخن فيتمدد ويزداد ضغطه على الصخور التى تحتويه ، وأخيراً قد تعجز الصخور عن الصمود أمام هذا الضغط فتفسح له الطريق ويحدث الانفجار المروع .



انفجار فوق جزيرة كراكاتوا

فى مايو عام ١٨٨٣ كان تصاعد الحمم مصدراً للحرارة اللازمة لبدء هذه العملية . أخذ البخار يتكون ببطء وبدا للعالم الخارجى وكأن كراكاتوا عادت إليه الحياة فجأة وأنه يثور كما يثور أى بركان آخر . كان ذلك هو ما حدث فعلا فى بادئ الأمر ، فقد انفجر البركان محدثاً أصواتاً عالية أمكن سماعها على بعد مائة ميل ، وتصاعد الدخان إلى ارتفاع سبعة أميال وتساقط التراب على مسافة تبعد عن البركان بثلاثمائة ميل . واستمر كراكاتوا على هذه الحالة أربعة عشر أسبوعاً ظل خلالها يزمجر ويلفظ فى بعض الأحيان الدخان بكميات متفاوتة . ولم يكن كل ذلك سوى المقدمة أو الفاتحة . .

وفى يوم الأحد السادس والعشرين من شهر أغسطس توارت الجزيرة وراء سحابة من البخار الأسود ، وكانت هنالك أصوات انفجارات خلف الستار واستمر البرق يومض خلال البخار ، وتساقطت الحجارة من السماء . ومع ذلك فقد تأجلت الانفجارات الكبرى لليوم التالى .

وكانت أربعة من هذه الانفجارات كلها عنيفة غاية العنف . وكان ثالثها أشدها عنفاً ، لدرجة أنه لا يمكن مضاهاة شدته بأى شىء آخر ، فقد قيل إنه أعلى دوىّ حدث على هذا الكوكب وقد سمعه خفير للسواحل فى جزيرة رودريجوز على بعد ثلاثة آلاف ميل ، وقام بتسجيل الزمن الذى سمع فيه الانفجار بدقة . لقد سمع الصوت بعد مضى أربع ساعات من الانفجار ، وكان ذلك هو الزمن الذى يستغرقه الصوت فى قطعه مسافة تعادل المسافة بين سان فرانسيسكو ونيويورك .

وعند وقوع هذا الانفجار الثالث العنيف ، اندفع التراب من كراكاتوا وارتفع عالياً فى السماء وبلغ علواًّ لم يعرف له الإنسان مثيلا على سطح الأرض منذ وجوده . فلقد بلغ ارتفاع الدخان سبعة عشر ميلا وربما أكثر من ذلك . واستمر الدخان عالقاً فى الهواء ، لأن هذا الارتفاع لم يسمح له بالهبوط مباشرة . إذ أن الرياح فى هذا المستوى تهب بسرعة أكبر بكثير من سرعة الإعصار



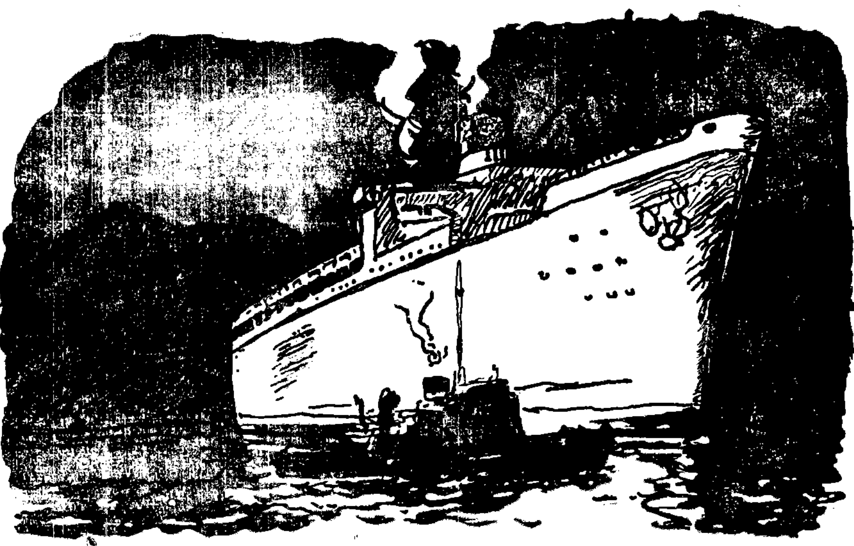
مما يجعلها تحمل التراب وتذروه . ولقد حملت الرياح هذا التراب وطافت به حول الأرض كلها . وبعد مضى ثلاثة عشر يوماً عادت سحابة التراب إلى المكان الذى بدأت منه . ومع ذلك فإن التراب لم يسقط آنئذ . لقد حملته الرياح ودارت به حول الأرض دورات عديدة ، ربما بلغ عددها اثنتى عشرة دورة . وانقضى عامان كاملان قبل أن تهبط آخر ذرات التراب من كراكاتو إلى الأرض . وقد حجبت طبقة التراب السميكة التى صعدت إلى طبقات الجو العليا قدراً كبيراً من ضوء الشمس إلى حد هبطت معه درجة حرارة الجو فى ذلك العام ثلاث عشرة درجة عن معدلها . وكان منظر غروب الشمس فى جميع أنحاء العالم أحمر كالدم بسبب ذلك التراب .

لقد كانت تلك هى آثار الانفجار فى المناطق البعيدة عنه . أما بالقرب منه فقد أدى الانفجار فى الحال إلى اضطرابات فى البحر وفى الجو . وكانت هنالك أحداث مفزعة تقع على الشواطئ المنخفضة التى تحيط ببرزخ سندا . فما كاد الناس يفيقون من صدمة الضوضاء والأصوات ، حتى طغى على الشاطئ موج كالجبال ، ولم يكن هنالك وقت للفرار ولا ملاذ يهرع الناس إليه . وفى دقائق

معدودات كان البحر قد توغل بعيداً فوق الأرض ، فانهارت المدن والقرى . وقبل أن يرتد الماء إلى البحر ثانية ، كانت المياه قد ابتلعت ٣٦٠٠٠ من السكان ماتوا جميعاً غرقاً .

لم يكن ثوران كراكاتوا قد انتهى بعد من وراء ستار التراب الذى أثاره ، ولكنه كان قد وهن ، وفى مدى أيام قليلة عاد إليه سكونه التام . لقد كان انفجار المرجل آخر أعماله العنيفة ، محا به الجزيرة من عالم الوجود ، ففى المكان الذى كان يرتفع فيه البركان إلى ٢٦٠٠ قدم لم يبق هناك سوى فجوة تملؤها مياه تبلغ من العمق تسعمائة قدم . . .





الفصل التاسع

معالم تجذب السائحين

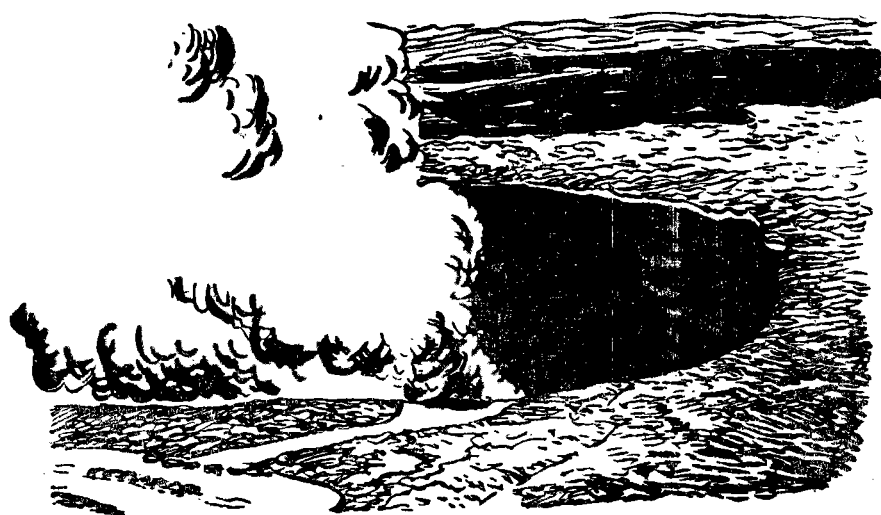
إن الدويّ الذى أحدثه كراكاتوا عند انفجار المرجل الضخم ، كان صوته عالياً فوق المعتاد . وكما رأينا من قبل فإن البراكين المخروطية يكثر ضجيجها كلما ثارت . أما البراكين ذات القباء فقلما يصحبها شيء من تلك المظاهر الصاخبة . فهى النوع الهادئ من البراكين . ومع ذلك فهى تبز فى ثورانها البراكين المخروطية ؛ إذ أنها أكثر منها جمالا ، وأشد إمتاعاً ، وأكثر تنوعاً . وأفضل ما فى ثوران البراكين ذات القباء أنه لا يشوب جمال العرض فيها كوارث الموت . فالواقع أن هذا النوع من البراكين أقل ضرراً من أى نوع آخر .

وتوجد براكين من ذوات القباء فى أيسلندة وفى أفريقيا وفى أماكن أخرى من العالم ، ولكن على من يريد أن يشاهدها فى أروع صورها أن يذهب إلى

هاواى . فجزر هاواى ، كما تعلم ، من الجزر التى شيدتها البراكين . وليس من بين هذه الجزر سوى جزيرة هاواى ، وهى أكبر تلك الجزر وأحدثها ، إذ لا تزال فى سبيل النمو . فى هذه الجزيرة وحدها نجد البراكين نشطة ، كما نجد بركان موناكى الخامد وهو أعلاها جميعاً . وقد قام هذا البركان بدوره فى بناء هاواى . كما يواصل مونالوا هذا العمل فى الوقت الحاضر .

وفى حين يؤدى مونالوا هذه الرسالة ويوسع من حدود شواطئ الجزيرة فإنه يعد من أجمل مشاهد العالم وأكثرها جاذبية للسائحين . ولا يستطيع من يشاهد مونالوا فى أوج ثورانه إلا أن يحكم بأنه أروع مشهد على وجه البسيطة .

وغالباً ما يثور مونالوا مرة كل ثلاث سنوات أو نحو ذلك . وتكاد صواريخه وألعابه النارية تتشابه فى كل مرة يثور فيها . . فى بادئ الأمر تحدث هزات أرضية خفيفة ، ثم لا تلبث الحمم أن ترتفع إلى السطح ، ثم تأخذ فتحة البركان العريضة التى يبلغ محيطها خمسة أميال فى الانشقاق . ثم تنبثق على طول الشق نافورات نارية من الحمم مرتفعة فى الهواء إلى مسافة تتراوح بين ٣٠٠



حفرة كيلاويا النارية

و ٥٠٠ قدم ، محاكية إلى حد كبير النافورات المعتادة . ولكن ارتفاع الرذاذ وما يتميز به من الألوان الزاهية والأضواء المتغيرة التى تكون صفراء عند ارتفاع الحمم فى الهواء، وحمراء عند هبوطها ــ كل ذلك يضفى على المنظر روعة خاصة أثناء الليل .

وكذلك تعد حفرة كيلاويا النارية الشهيرة من مباهج السائحين . ولا تبعد كيلاويا عن فوهة مونالوا بأكثر من ٢٢ ميلا . فهى تبدو كأنها فتحة منخفضة على سفحه . ولكن العلاقة بينهما ليست كالعلاقة بين باريكوتين وزابيكو . فكيلاويا بركان مستقل بذاته . بل إنه أقدم من مونالوا بالرغم من أنه يبدو كأنه وليده .

ويطلق سكان هاواى على فوهة كيلاويا اسم هاليموما ، ومعناها « بيت النار الدائمة » . ولكن النار لا تشاهد بصورة مستمرة ، فى بعض الأحيان تكون الحمم على أعماق سحيقة داخل الفوهة . وقد بقيت على هذه الحالة طيلة عشرين سنة حتى امتلأت الفوهة مرة أخرى منذ عهد قريب . ويستطيع الناس فى الوقت



الحاضر أن يشاهدوا داخل هذه الفوهة المرجل المتوهج ويروا بركة الحمم وهى تغلى ، تغطى سطحها قشرة سوداء لامعة تتخللها شبكة من الشقوق المتوهجة ، وعند كل شق يغلى السائل ويموج ، وحيثما ينقلب جزء من القشرة تظهر الحمم الجديدة أكثر توهجاً . وتنبثق النافورات هنا وهنالك . وعند الحافة حيث تنثنى القشرة وتهوى إلى أسفل يتكون صف من النافورات النارية تحيط بحافة البركة ، وتحمل الرياح الرذاذ وتبرده تبريداً فجائيًّا فيصير على هيئة خيوط من الزجاج، يجدها الناس على مسيرة أميال عديدة وقد تجمعت عند تفرع الأشجار أو على



جرف من الجروف . وعندما يشاهد أهل هاواى هذه الخيوط يقولون : « هاك بعضاً من شعر بيل » ، وبيل هى آلهة البراكين عندهم .

وترجع هذه القدرة على تكوين النافورات فى براكين هاواى إلى أن حممها بالغة الرقة . ففيها كميات أكبر من الحديد وكميات أقل من السليكا عما يوجد فى أنواع كثيرة أخرى من الحمم ، مما يجعلها مائية القوام شديدة الميوعة . ولهذا

السبب أيضاً فإن لهذه الحمم طريقتها الخاصة فى الانحدار على السفح .

وفى غالب الأحيان لا تظهر حمم هاواى وهى تهبط إلى أسفل سفح الجبل بحيث يمكن مشاهدتها ؛ إذ أنها لا تكاد تبدأ فى الهبوط حتى تغوص فى إحدى الفجوات وتختفى داخلها . وقد يظن الإنسان أنها تدفقت إلى القاع وعادت إلى مكانها الأصلى . ولكنها تكون فى واقع الأمر قد غاصت فى أحد الأنفاق حيث يستمر تدفقها فيه لآلاف من الأقدام تحت سطح الأرض ، ثم تظهر مرة أخرى على السطح وعندئذ يمكن الإنسان أن يتتبع حركتها إلى أن تتوقف .

ويغطى سطح مونالوا شبكة من الأنفاق ، تزداد تعقيداً باستمرار ، فهى ليست كهوفاً من النوع المعتاد كتلك التى تخترقها المياه الجوفية تحت سطح الأرض ، بل هى كهوف شقتها طفوح الحمم الأخرى .

والطريقة التى تتكون بها هذه الكهوف هى كالآتى :

عندما تسيل الحمم ، فإن سطحها يبرد ، ويتصلب وتبطؤ حركته ، ويكون قشرة خارجية . أما فى الداخل فإن الكتلة تبقى حارة وسائلة . وعلى ذلك فإنها تستمر فى الحركة . ويحدث ذلك حتى بعد أن ينضب المعين ويقف ثوران البركان . وعلى ذلك فعندما تتوقف البقية الباقية من الحمم الساخنة السائلة ، فإنها تخلف وراءها نفقاً فارغاً .

وغالباً ما تتحرك حمم هاواى أميالا عديدة قبل أن تتوقف ، وهى فى بعض الأحيان تفيض على القرى . وقد هددت طفوح الحمم مدينة هيلو ، وهى أكبر المدن فى الجزيرة مرتين .

وفى عام ١٨٨١ تحرك طفح من الحمم مسافة ٣٥ ميلا حتى أصبح على بعد نصف ميل من المدينة . وكان الطفح قريباً منها إلى حد جعل الأهالى يحسون بحرارته . وعندما إشتد الذعر بالأهالى أرسلوا إلى أميرة إحدى الجزر المجاورة طالبين النجدة . وقد عرفت الأميرة ، وكانت تدعى كاما هامينا ، كيف تتصرف . فقد ذهبت إلى جبهة الحمم وتفوهت ببعض الكلمات السحرية وقصت

خصلة من شعرها وألقت بها على الحمم . ونجح السحر تماماً ، أو ربما كانت الحمم ستتوقف على أية حال . وعلى كل فقد نجت المدينة عندما توقفت الحمم على مسيرة أمتار قليلة منها .

وفى عام ١٩٣٥ تحرك الطفح مرة أخرى صوب هيلو . وفى هذه المرة لم تكن هناك أميرة . واستعانت السلطات بالعلماء بدلا منها . ولم يستطع العلماء بطبيعة الحال أن يمنعوا الحمم من التقدم . ولكنهم كانوا يعلمون أن ثوران مونالوا لا يستمر فترة طويلة . وخطر لهم أن يبحثوا عن حيلة تستغرق بها الحمم وقتاً أطول فى قطع مسافة الخمسة وثلاثين ميلا إلى المدينة ، وذلك حتى يقف البركان عن الثوران قبل أن تصل الحمم إلى المدينة .

وقرر العلماء أن يجربوا القنابل لنسف سقف النفق الذى تتحرك الحمم داخله وبذلك تضطر الحمم إلى الخروج فى العراء والسير على صورة لسان جديد فى مجرى جديد . وعندئذ يكون الطفح الأول قد توقف لأنه لا يجد ما يغذيه . فإذا توقف ثوران البركان بعد فترة وجيزة ، فإن الحمم لا يكون لديها الوقت الكافى لبلوغ المدينة .

وعلى ذلك ألقى عدد من القنابل ، والظاهر أن بعضها قد أصاب الهدف بدقة وإحكام ، لأن النفق قد تهدم وخرجت منه الحمم فى العراء ، وكان عليها أن تبدأ رحلتها من جديد فى مجرى جديد . وقبل أن يهدد هذا المجرى الجديد المدينة كان مونالوا قد توقف عن الثوران .

ولكن هل كانت الحمم ستتوقف قبل أن تصل إلى المدينة فى حالة عدم إلقاء القنابل ؟ ذلك ما لا نستطيع أبداً أن نعرفه .



الفصل العاشر

كفة الحسنات

تعد البراكين مسئولة عن كثير من الأضرار . ولكن من الإنصاف أن نذكر حسناتها عندما يكون لها حسنات . وكم لها من حسنات . إننا لا نسمع كثيراً عن هذه الحسنات لأن الصحف لا تتحدث غالباً إلا عن سيئاتها ، ومع ذلك فإن للبراكين أفضالها وهى أفضال قد تزيد كثيراً عن أضرارها .

إن البراكين كما رأينا تبنى جزءاً كبيراً من الأرض ، فهى التى كونت أجزاء شاسعة من الأرض مثل هضبة الدكن فى الهند وهضبة نهر كولومبيا بالولايات



المتحدة . وهى التى بنت جزر اليوشن وهاواى وأيسلندة وعدداً لا حصر له من الجزر الصغيرة . كما أنها بنت القواعد التى تنمو عليها الجزر المرجانية .

والبراكين تدعم القديم كما تبنى الحديث . فقد أخصبت مساحات شاسعة من التربة التى أضعفتها الزراعة . فجاوة على سبيل المثال لم تكن لتستطيع أن تمد سكانها العديدين بالطعام لولا ما جلب إليها من منحدرات البراكين من التربة الغنية بالبوتاسيوم . ووابل الرماد البركانى الذى يهبط فوق منحدرات فيزوف وكثير غيره من البراكين الأخرى غنى أيضاً بالبوتاسيوم . وقد يبدو الرماد البركانى الكثيف الذى يهبط على حقول الكرم فى فيزوف أمراً لا يطاق عند وقوعه . غير أن الفلاحين يجنون من الأرض فى السنوات التالية محصولاً أوفر . وعلى ذلك فالناس يكونون على صواب عندما يتخذون مزارعهم بالقرب من البراكين مع ما فى ذلك من خطر .



قطاع مستعرض فى بركان

ولبعض الغازات التى تندفع إلى الخارج من باطن البراكين فوائد هى الأخرى . فالكبريت مثلا يتحول إلى مادة صلبة ويترسب فى فوهات البراكين . ويستخرج هذا الكبريت فى أمريكا الجنوبية ونيوزيلندة واليابان . ولقد اعتاد الناس أن

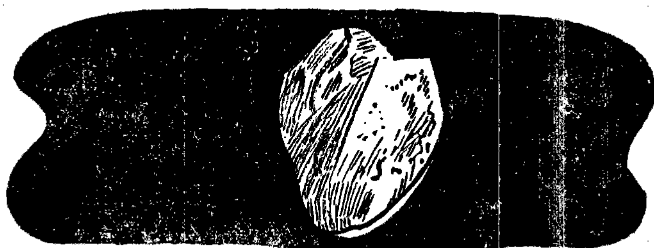
يستخرجوه أيضاً من الفوهة التى بقمة بوبوكاتيبيتل بالمكسيك ، ولكن استخراجه الآن يعد ضرباً من المخاطرة .

والكبريت من العناصر التى تندفع إلى السطح مع الغازات والحمم ، ولكن هنالك مواد أخرى تترسب فى الطريق قبل وصول الغازات والسوائل والصخور المنصهرة إلى السطح ومن هذه العناصر القصدير والتنجستن والذهب وغيرها من الفلزات .

وقليل من الناس أولئك الذين يقدرون ما للقوى التى تحدثها البراكين من أفضال علينا . فواقع الأمر أنه لولا الحمم لتعذر علينا أن نصل إلى كثير من الفلزات ، ولأصبح كثير منها على أعماق سحيقة داخل القشرة الأرضية . فكما نعلم ، فإن معظم رواسب الخامات لا توجد إلا فى أماكن معينة وبكميات محدودة . ويرجع ذلك أولا إلى أن الخامات تعتمد إلى حد كبير على حركة الحمم لكى ترفعها . ويرجع ثانياً إلى أنها لا يمكن أن تترسب إلا إذا توافرت الظروف المناسبة لترسبها . فلابد أن تكون الحرارة والضغط والصخور المحيطة بها مطابقة كل المطابقة لاحتياجات هذه الخامات .

وفى بعض الأحيان تكون الظروف مناسبة لترسيب فلزين مختلفين . وعندئذ توجد خامات هذين الفلزين معاً فى نفس المنجم . فالرصاص والزنك كثيراً ما يوجدان معاً لأنهما يذوبان فى الحمم بنفس القدر وينفصلان عنها مرة أخرى فى نفس الوقت . والزئبق والأنتيمون يوجدان معاً لنفس السبب . فهما يقطعان معظم الطريق مع الحمم ثم ينفصلان عنها قرب السطح . وعلى ذلك فليس بالمستغرب أن نجدهما فى المناطق البركانية الحديثة حيث لا تكون عوامل التعرية قد عرّت قدراً كبيراً من الصخر . وفى الولايات المتحدة نجد أن مناجم الزئبق توجد كلها فى الغرب وبخاصة فى كاليفورنيا حيث توجد البراكين .

ومن جهة أخرى نجد أن التنجستن والبريليوم والقصدير والتنتاليوم من الفلزات التى لا ترتفع كثيراً مع الحمم . فهى تهرب من الصخور التى تكون قد انصهرت منها



ماسة كولينان العظمى قبل قطعها

وتبقى على أعماق كبيرة داخل القشرة الأرضية . فإذا ما عثر عليها فإنها لا تكون إلا فى المناطق البركانية القديمة حيث تكون عوامل التعرية قد أزالت نحو ميلين من الصخور عن السطح .

ويعتبر الماس أقيم منتجات البراكين . والماس — كما تعلم — يتكون مثل الفحم من الكربون ، ولكنه فى صورة تامة النقاء . وغالباً ما يوجد الماس فى أعناق البراكين القديمة وفى الأنابيب التى صعدت فيها الحمم فى الماضى . وهذه البراكين تتعرى ، ولا يبقى منها إلا هذه الأعناق . ويعتقد العلماء أن الماس قد تكوّن فى الوقت الذى كانت فيه الحمم التى بأعناق البراكين آخذة فى البرودة حيث كان الكربون واقعاً تحت ضغط عظيم .

ويخرج من البراكين أيضاً أنواع عديدة من الأحجار التى هى أقل قيمة من الأنواع السابقة . وحجر الخفاف أحد هذه الأحجار . وهو يشبه الإسفنج ويعتبر أخف الأحجار فى العالم . ويبلغ من خفته أنه إذا وضع فى الماء طفا على سطحه . ويرجع ذلك إلى امتلائه بالفقاعات الغازية . فالحمم تندفع نحو الخارج بدرجة كبيرة من العنف بحيث لا تتهيأ الفرصة أبداً لخروج الغازات منها . فيتكون منها زبد من الصخور الساخنة . ثم يتصلب الصخر قبل أن تهرب منه الغازات .

ويصنع من الحجر الخفاف مسحوق أملس دقيق يستخدمه أطباء الأسنان

فى تنظيف الأسنان . ولما كان حجر الخفاف الطبيعى قليل الانتشار ، فقد أخذ الناس فى السنوات الأخيرة يصنعون هذا المسحوق من نوع من الزجاج البركانى يسمى البرلايت . وهو يستخدم فى صناعة نوع خفيف من المصيص وفى خلائط الأسمنت .

ولا يتكون الزجاج البركانى حالياً إلا فى هاواى ، ولكنه كان يتكون فيما مضى من الزمان من طفوح من الحمم فى أماكن متعددة . وفى بعض الأحيان يكون الطفح كله زجاجياً وفى أحيان أخرى لا يتخذ الصورة الزجاجية سوى القشرة . والزجاج البركانى أو الأوبسيديان – كما يسمى – بالغ الجمال مختلف الألوان ، فقد يكون أسود أو رمادياً أو أحمر فى لون خشب المغنة (المهوجنى) . وقد كان هنود أمريكا يعتبرون الأوبسيديان أفضل المواد لصناعة رؤوس الحراب . كما كان له فى المكسيك لدى قبائل الأزتك مضمون دينى ، إذ كانوا عند تقديم القرابين لآلهتهم لا يستخدمون فى نحرها سوى السكاكين المصنوعة منه . وفى أمريكا الشمالية كان قدامى الهنود فيما قبل التاريخ يقطعون طريقاً طويلا يقرب من ألف ميل كى يصلوا إلى مكان يسمى يلوستون (أى الصخر الأصفر) حيث يستخرجون منه الأوبسيديان كى يصنعوا منه أدوات القطع التى يستخدمونها فى طقوسهم الدينية ، فلم يكن غيره يصلح لديهم لهذا الغرض .

وكان الحصى البركانى الذى تقذف به البراكين يستخدم منذ زمن بعيد فى إيطاليا وألمانيا فى البناء . فالطبقات الحاوية لهذا الحصى البركانى يسهل استخراجها وتشكيلها ، وعندما يجفف هذا الحصى على السطح يزداد صلابة ويمكن استعماله كأحجار بناء من النوع الممتاز .

ليس هذا فقط ، بل إن الحمم العادية نفسها لها فوائدها . فعندما تتجمد معظم طفوح الحمم تتحول إلى صخر يعرف بالبازلت . وعندما يحتاج الناس إلى صخور شديدة الصلابة فإنهم يبحثون عن البازلت . وهذا الصخر البركانى يطحن لكى يستخدم فى رصف الطرق وفى صناعة الأسمنت . وقبل أن يخترع الأسمنت ،

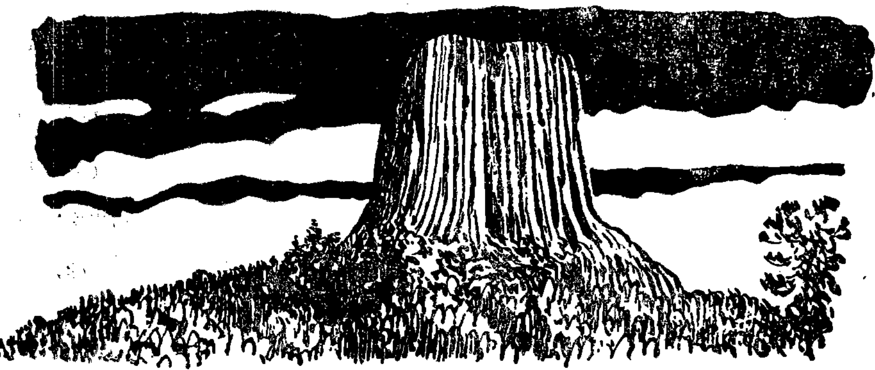


البازلت

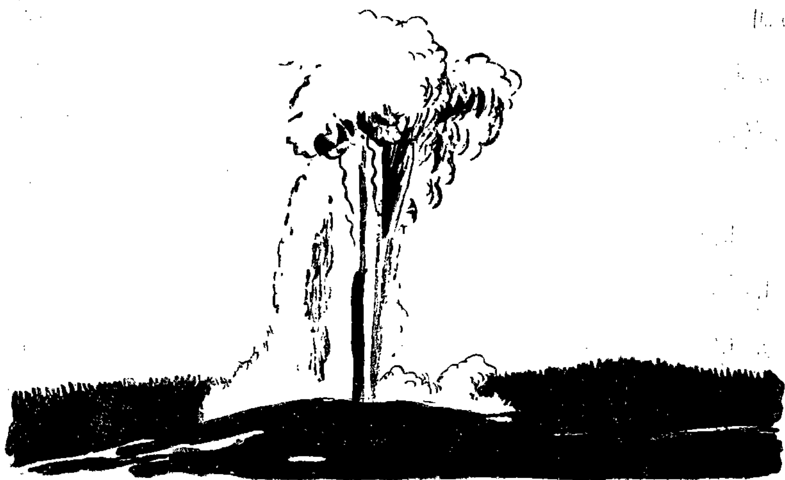
كان البازلت يهذب على هيئة قوالب تستخدم فى رصف الطرق . ويوجد كثير من محاجر البازلت فى شرق الولايات المتحدة ، ومن أشهرها تلك الموجودة فى باترسون ونيوجرسى ، كما يوجد كثير من المحاجر الكبيرة فى وادى كونكتيكت وبالقرب من نيوهافن .

وفى وقت من الأوقات كانت توجد محاجر للبازلت فى منطقة الباليسيد (ومعناها سياج أو أسوار) الممتدة على نهر الهدسون . وهى كل ما تبقى من طبقة كبيرة من الحمم . وترتفع أجزاء هذه الأسوار فى استقامة تبدو معها وكأنها أعمدة ، وما ذلك إلا بسبب وجود تشققات فى الحمم تمتد من أسفل إلى أعلى . وقد حدثت هذه التشققات بسبب برودة الحمم عند السطح وانكماشها . ويسمى هذا النوع من التشقق بفواصل الأعمدة ومنظرها غاية فى الروعة . وصخور « جيانت كوزواى » (أى جسر المارد) فى أيرلندا و « ديفلزتور» (أى برج الشيطان) فى وايومنج والصخور التى تكون خانق نهر كولومبيا وتلك التى تكون « باليسيد » نيوجرسى تتجلى فيها جميعاً هذه الظاهرة . ويوجد فى بعض الأماكن محاجر خاصة لقطع هذه الأعمدة . فعلى ضفة الرين يوجد محجر تبلغ أعمدته درجة من صغر القطر والانتظام إلى حد أنه يمكن فصلها وتكويمها مثل عروق الخشب لاستخدامها كأعمدة للأسوار .

تلك هى بعض حسنات البراكين، وهى كما رأيت عديدة . وإذا أخذنا فى الاعتبار ما للمخاريط البركانية من جمال وما للأقبية من روعة، فإن كفة حسنات البراكين ترجح ولاشك كفة سيئاتها ، وبخاصة إذا كان الضرر الناجم عنها مما يمكن للإنسان أن يتقيه إذا أخذ نذرها مأخذ الجد وابتغد عن طريقها .



برج الشيطان — وايومنج



الفصل الحادى عشر

الوفية العجوز

لابد لكل من زار « يلوستون بارك » (أى حدائق الصخر الأصفر) بالولايات المتحدة أن يكون قد وقف ليشاهد « أولد فيثفل » (أى الوفية العجوز) فما أروع أن يقف الإنسان بجوار هذه النافورة الشهيرة ويترقب انطلاقها. وهى لا تخيب أبداً أمل روادها. فبعد كل ٦٥ دقيقة تنبثق منها نفثة من الماء الحار والبخار صاعدة فى الهواء إلى ارتفاع ١٤٠ قدماً أو أكثر. وهى تستمر فى انطلاقها أربع دقائق ثم تخمد تدريجيًّا. وقد أثارت « الوفية العجوز » إعجاب الملايين، ولكن قليلا منهم من يتدبر أمرها ويدرك أن هذه النافورة الطبيعية العجيبة ليست إلا إحدى الظواهر الثانوية للبراكين، وأن الموقد الذى يسخن ماءها ليس إلا الصهارة (الماجما) داخل الأرض.

ولقد اعتقد بعض الناس فيما مضى أن جميع العيون الحارة تستمد حرارتها

من الصخور الحارة الموجودة على أعماق بعيدة داخل القشرة الأرضية : لقد كانوا يقولون : « إنها مجرد دورة بسيطة : فالماء البارد يهبط خلال أحد الشقوق ويستمر فى هبوطه حتى يصل تدريجيًّا فى النهاية إلى أعماق سحيقة لدرجة يتحول فيها بتأثير الصخور الحارة إلى ماء حار ، وبتمدد الماء الحار يخف ويرتفع مرة أخرى بسبب خفته مكوناً العين الحارة » .

وتعد النظرية مقبولة من الوجهة الشكلية ، ولكن الوقائع لا تؤيدها . فالماء لا يصل داخل الأرض إلى تلك الأعماق ، أو على الأقل فى معظم الأحيان ، التى تكفى لتفسير نشأة أغلب العيون الحارة . إن جداول المياه الجوفية تتحرك داخل كهوف واقعة على أعماق قد تصل إلى ألف قدم تحت السطح ، ولكن ألف قدم لا تعد عمقاً كافياً .

والماء يهبط فعلا إلى بعض المناجم . وقد أغلق منجم نيفادا عندما وصل عمقه إلى ٣٠٠٠ قدم بسبب إخفاق المضخات فى رفع كل الماء الذى وصل إليه . ولكن ٣٠٠٠ قدم ليست أيضاً بالعمق الذى يكفى لرفع حرارة الماء قدراً كافياً .

فإلى أى عمق يصل الماء ؟ إن الشواهد تدل على أنه لا يمكن ، فى معظم الأحيان على الأقل ، أن يصل إلى أعماق أبعد من ذلك . فعدد الشقوق التى يمكن أن يتسرب خلالها الماء قليلا جدًّا . وكلما ازدادت المناجم عمقاً قل عدد الفجوات المفتوحة تدريجياً . وحتى تلك الفراغات الصغيرة الموجودة فى الصخور



برك على السطح فى منطقة هوت سبرنجز (الينابيع الحارة)

نفسها تختفى كلما زاد انضمام الفواصل بعضها إلى بعض . وبعض المناجم ذات الأعماق الكبيرة شديدة الجفاف لا تحتوى على مياه جوفية . وعلى ذلك فلا يمكن أن يكون هنالك كثير من الفجوات التى يمكن للماء أن يتسرب منها إلى أسفل . ولابد أن نصل فى النهاية إلى أن فكرة تعمق الماء داخل الأرض لا تكفى وحدها لتفسير تسخينها التسخين الكافى ، وبالتالى لتكوين العيون الحارة ، وقد نضطر أحياناً إلى الأخذ بنظرية الدورة البسيطة للمياه ، ولكننا لا نفعل ذلك إلا عندما تكون العين الحارة بعيدة كل البعد عن أى نشاط بركانى أو عن المناطق البركانية .

إن المياه الحارة التى تخرج من معظم العيون الحارة لا تنبعث فى الواقع من أعماق بعيدة داخل الأرض بل من أعماق سطحية جداً . وهى تستمد حرارتها من الصهارة « الماجما » التى كانت فى طريقها إلى سطح الأرض ولكنها لم تصل أبداً إليه لسبب من الأسباب . إن أحر النافورات وأروعها مظهراً يقع دائماً حيث تكون البراكين النشطة حديثة العهد ، كما هو الحال فى نافورات أيسلندة ونيوزيلندة ويلوستون بارك بالولايات المتحدة ، بينما تقع غالبية العيون الأقل روعة فى المناطق البركانية القديمة . ولا يوجد سوى عدد قليل من العيون التى لا نستطيع أن نفسر تكوينها بهذه الطريقة .

ولنأخذ عيون أركانسس الحارة بالولايات المتحدة مثلا . فقد يحسب الإنسان أن لا علاقة لها بالبراكين بسبب بعدها عن أى بركان . ومع ذلك فإن هنالك من الأسباب ما يدعونا إلى الاعتقاد بأن هذه المنطقة كانت فى وقت ما غير آمنة أو هادئة .

إذ يوجد فى أركانسس مناجم للزئبق إلى جانب الينابيع الحارة ، ولهذا الأمر دلالته . فالزئبق كما رأينا من الفلزات التى ترتفع مع الصهارة (الماجما) . وهو يصعد معها إلى قرب السطح ويترسب بعيداً عن منابعه الأصلية . وعلى ذلك فإنه لا يمكن أن يكون قد انقضت ملايين عديدة من السنين على وجود البراكين فى أركانسس ، وإلا لما أبقت عوامل التعرية للزئبق على أثر .

ونحن فى الواقع نجد أعناق براكين عديدة بالقرب من العيون الحارة الموجودة فى أركانسس . وقد درست هذه الأعناق بعناية فائقة لأن أحدها يعد منجم الماس الوحيد فى أمريكا . والماس يوجد بنفس الطريقة فى جنوب أفريقيا فى صورة أجسام مستديرة من الصخور البركانية تسمى أنابيب الماس . ويظن أن هذه الأنابيب هى التى تصاعدت خلالها الحمم فى طريقها إلى السطح لكى تكوّن البراكين .

ولكن كيف تتكون النافورات الحارة ولماذا يندفع الماء منها على هذه الصورة المثيرة ؟ وهل يعد ذلك انفجاراً ؟

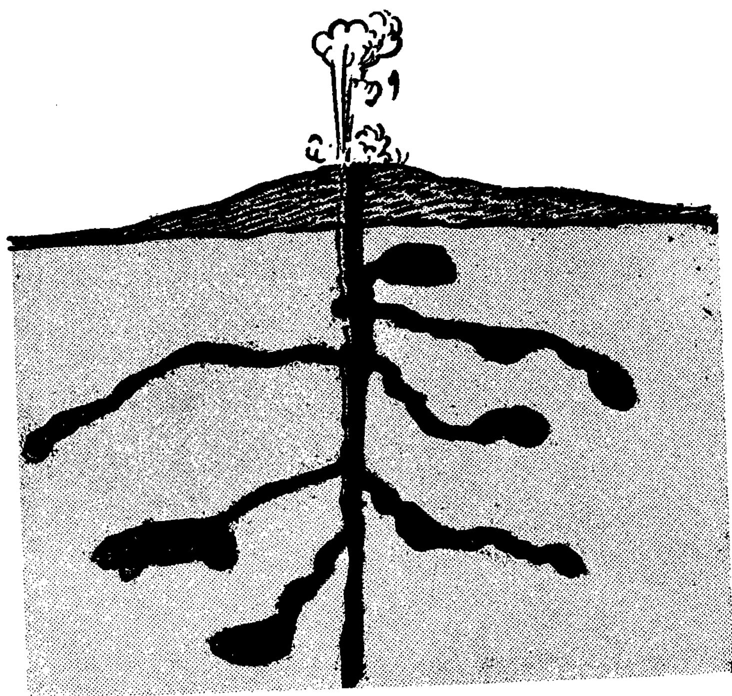
إن هنالك أساساً بسيطاً يقوم عليه انطلاق النافورة ، وهو أن الماء لا يغلى دائماً عند درجة ٢١٢° فهرنهيت (١٠٠° مئوية) . فدرجة غليان الماء تختلف باختلاف الضغط الواقع عليه . فعند قمة الجبل يكون الضغط الجوى أقل منه عند مستوى سطح البحر . فهناك تحتاج البيضة التى تنضج عادة فى ثلاث دقائق إلى أربع دقائق أو خمس لكى تصل إلى نفس الدرجة من النضج . ويرجع ذلك إلى أن الماء عند قمة الجبل يبدأ فى الغليان مثلا عند درجة ٢٠٠° فهرنهيت . ولا يمكن أن ترتفع درجة حرارته فوق ذلك . أما إذا هبط الإنسان إلى دث فالى (أى وادى الموت) ، فإنه يجد نقيض ذلك ، ويرجع ذلك إلى أن هذا الوادى يقع تحت مستوى سطح البحر ، ولا يبدأ الغليان هنالك قبل أن تصل درجة حرارة الماء إلى ٢١٣° أو ٢١٤° فهرنهيت . وقد لا يكون هذا الفرق فى درجات الحراره كافياً لإنقاص الزمن اللازم لإنضاج البيض بصورة ملحوظة . ومع ذلك فإن الأساس واضح . فكلما زاد الضغط ارتفعت درجة غليان الماء .

فلنحاول الآن أن نرى كيف يساعدنا هذا القانون على تفسير تكوين النافورات الحارة .

إن النافورة الحارة البسيطة تتعقد تحت الأرض إلى درجة كبيرة من التعقيد .

إذ يعتقد العلماء أنه يتصل بكل نافورة من النافورات عدد كبير من الأنابيب التى تغذيها . كما يعتقدون أن بعض هذه الأنابيب يتفرع ، بينما ينتفخ البعض الآخر بحيث تبدو هذه الأنابيب وتفرعاتها وكأنها جذور للبرسيم . وعلى أى حال ليس هذا بموضوع أساسى لكى نفهم كيفية اندفاع مياه النافورة. وسنفترض هنا أن النافورة تتصل بأنبوبة واحدة تحت السطح ، إذ سوف لا تختلف النتيجة ، سواء اتصلت هذه الأنبوبة بأفرع أخرى أم لم تتصل .

فعندما يتوقف اندفاع الماء من نافورة الوفية العجوز مثلا ويتسرب إلى أسفل ، ويصل إلى الصهارة ، فإن درجة حرارته تأخذ فى الارتفاع . وبذلك ترتفع حرارة الأنبوبة المغذية تدريجياً وتسخن كلها حتى الجزء الأعلى منها ، لأن الماء الساخن يدور بداخلها وذلك بسبب هبوط الماء البارد إلى أسفل وارتفاع الماء الساخن إلى أعلى . وبالتدريج تسخن الأنبوبة كلها ، ومع ذلك فلا يحدث شىء . فبرغم أن درجة الحرارة فى قاع الأنبوبة تصل إلى درجة أعلى من ٢١٢° فهرنهيت بكثير ، أى أعلى من درجة الغليان ، فإن الماء لا يغلى لأنه لا يمكنه الغليان على هذا العمق الكبير وتحت ضغط كل العمود من الماء الواقع عليه إلا عندما تصل درجة حرارته إلى ٢٥٠° فهرنهيت ، أو نحو ذلك . فلذلك لا يحدث سوى أن تستمر درجة حرارة الماء فى التزايد ، غير أن عمود الماء يسخن آخر الأمر إلى درجة تؤدى إلى تكوين فقاعة ضخمة من البخار بالقرب من قمته . ثم ترتفع إلى السطح حيث تنفجر مسببة تطاير رذاذ من الماء على جوانب الفتحة . وذلك هو كل ما كانت ترقبه « الوفية العجوز » . فما إن يحدث ذلك حتى يتغير الضغط داخل الأنبوبة كلها حتى أسفلها ، فكمية الماء التى كانت فى الأنبوبة تقل ، ويقل معها الضغط الواقع على ما تبقى من الماء . فيغلى عند القاع وعلى طول الأنبوبة ويتحول كله فجأة إلى بخار ثائر . وفى لحظة واحدة تتحول بركة الماء الساخن الهادئة إلى نافورة يندفع ماؤها عالياً نحو السماء حاملا معه الماء المتبقى فينفذ جميعه فى طرفة عين .



قطاع عرضى فى عين حارة

ولو أن « الوفية العجوز » كانت لها أنبوبة تغذية بسيطة واحدة كتلك التى افترضنا وجودها لتبسيط الشرح ، لما سلكت مسلك الفسقيات بل لانطلق ماؤها دفعة واحدة وانتهى الأمر . غير أن تفرعات الجذر فى الأنبوبة المغذية هى التى تجعل النافورة تستمر فترة من الزمن . فكل فرع من الأفرع الجانبية البعيدة يساهم بإضافة ما يحويه من ماء ساخن إلى تلك الآلة البخارية الطبيعية . ذلك هو الذى يبقى على اندفاع مياه النافورة فى الهواء فترة من الزمن .

ولكن إلى متى تبقى « الوفية العجوز » وفية ؟

من المؤكد أنها لن تبقى وفية إلى الأبد . فالعيون الحارة هى شر عدو لنفسها . إنها تجلب الموت لنفسها . ففى كل مرة يسخن الماء فى أنابيب التغذية

من جديد ، فإنه يستمد ذلك القدر من الحرارة من الصهارة . ولابد أن يأتى الوقت الذى يحتاج فيه الماء داخل الأنبوبة إلى وقت أطول لكى يسخن بسبب فقدان الصهارة بالجانب من حرارتها . وقد تباعدت فعلا مواقيت انطلاق « الوفية العجوز » عما كانت عليه منذ عدة سنوات عندما أنشئ يلوستون بارك . وسوف يأتى اليوم الذى لا تندفع فيه مياهها أبداً ؛



الفصل الثانى عشر

عند ما تزلزل الأرض زلزالها

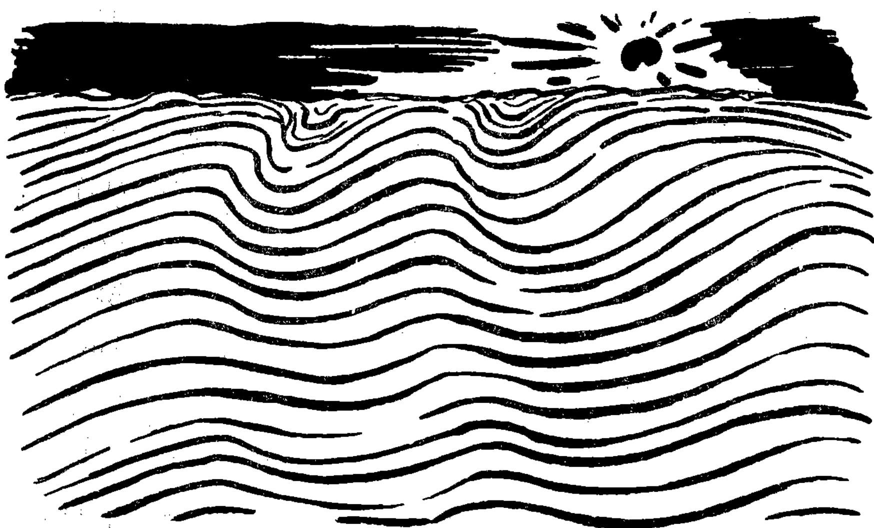
إن الينابيع الحارة كما ذكرنا ، ليست إلا ظواهر ثانوية للبراكين . لكن البراكين ذاتها ، ليست هى الأخرى إلا ظواهر ثانوية ، فهى أعراض لأحداث أكثر أهمية منها . وتلك الأحداث هى التى تحفظ القارات عالية والبحار منخفضة . وهى التى تبنى باستمرار الجبال ، وهى التى تعلنها حرباً دائمة على الأمطار والجليد والصقيع والرياح التى تعمل بصورة دائمة لكى تقصى وتقصر الجبال إلى مستوى البحر . تلك الأحداث هى القوة الخفية التى نسميها حركات القشرة الأرضية .

ونحن نشعر بهذه الحركات فى صورة هزات تعترى الأرض تحت أقدامنا . وفى بعض الأحيان تكون الزلازل عنيفة ، وفى أحيان أخرى لا تزيد قوتها عن هزات يسببها مرور إحدى السيارات الكبيرة المسرعة . وتهتز الأرض بكثرة فى بعض المناطق ، على حين لا تحدث هزات إلا فيما ندر فى مناطق أخرى .

ولكن المؤكد أن عدداً كبيراً من الهزات يحدث باستمرار ، وقد يصل عددها فى السنة الواحدة إلى ١٥٠,٠٠٠ هزة يمكن الإحساس بها فى الأماكن الآهلة . وإذا أحصيناها جميعاً بما فيها أصغر الهزات ، فقد يزيد عددها فى السنة الواحدة على مليون هزة . وعلى ذلك فليس بالعجيب أن يصف بعض الناس الأرض بأنها مصابة بداء الهزات .

واهتزاز الأرض من الأمور التى تثير الفزع . فنحن نسلم بثبات الأرض ، فإذا ما شعرنا بها تهتز فجأة تحت أقدامنا ، فإن ذلك يملأ قلوبنا بقلق عجيب حتى ولو لم يصحب ذلك ضرر ما . أما إذا قوضت الزلازل المبانى من أساسها دون تحذير ودفنت الآلاف من البشر تحت أنقاضها ، فإن ذلك يملأنا بالرعب .

والبركان ، مهما كان من أمره ، يمكن الفرار منه ، فهو ينذر الناس قبل ثورانه . أما الزلازل فإنها لا تنذر الناس قبل وقوعها ، ولا يمكن التنبؤ عما إذا كانت ستحدث بعد يوم أو شهر أو سنة . ولذلك فلا مفر منها . إنها تضرب



حركات قشرة الأرض

ضربتها فجأة . وبعد دقيقتين أو ثلاث دقائق يكون كل شيء قد انتهى ، ليجد الإنسان نفسه وسط الخراب والدمار . ولذا بلغ عدد من فقدوا حياتهم بسبب الزلازل أضعاف أولئك الذين فقدوها بسبب ثوران البراكين .

ومع ذلك فيلوح أن الناس قد سئموا سماع أخبار الزلازل ، ويلوح أن الصحف لا تحرص على إذاعة أخبارها وأهوالها . ولا يرجع ذلك إلى أن كوارث الزلازل قد قلت حدتها عما قبل ، فالأمر ليس كذلك . إذ قد حدثت خلال الخمسين السنة الأخيرة زلازل تعد من شر ما حدث منها فى التاريخ . ففى سنة ١٩٠٨ ، أطاح زلزال مسينا فى إيطاليا بحياة ٥٠,٠٠٠ شخص . وفى عام ١٩٢٠ قتل أحدها فى الصين ١٠٠,٠٠٠ شخص . وبلغ عدد الموتى فى الزلزال الذى أصاب طوكيو ويوكاهاما باليابان عام ١٩٢٣ ، ١٥٠,٠٠٠ شخص . وحديثاً فى سنة ١٩٣٩ دفن تحت أنقاض إحدى المدن التركية ٤٠,٠٠٠ شخص . وفى عام ١٩٥٣ مات آلاف آخرون فى نفس المنطقة .

وربما كان السبب فى أن الناس قد فقدوا اهتمامهم بالزلازل راجعاً إلى أن كل زلزال منها يشبه الآخر إلى حد بعيد ، وإن اختلفت فى عدد ضحاياها الأمر الذى لم يعد يثيرنا . ولكن ماذا يحدث على وجه الدقة عند وقوع زلزال عنيف ؟ ولماذا يموت كل هؤلاء الناس ؟ وعلى من يقع اللوم فى كثرة الضحايا ؟ إن من الإنصاف أن نقول إن الخسارة التى تحدث لا تتسبب عن الزلازل وحدها ، فنحن مسئولون عن جانب كبير من هذه الخسارة . حقيقة إننا لا نستطيع أن نفر من الزلازل ، ولكن هنالك أشياء كثيرة نستطيع أن نفعلها لنقلل أخطارها .

فإننا نعلم أنه ليس لموقع الزلزال أهمية ، فسواء أكان موقعه فى الصين ، أم فى شيلى ، أم فى إيطاليا ، أم فى اليابان ، أم فى تركيا ، أم فى نيوزيلندة ، فإنها جميعاً تسلك مسلكاً متشابهاً . فجميعها تقريباً تبدأ بأصوات مختلطة خفيضة . . ثم يرتفع الصوت من لحظة إلى أخرى لدرجة تمكن الناس الذين بالقرب من المكان الذى سوف تقع فيه الهزات المقبلة وأكثرها خطورة من سماعه بوضوح

نام . غير أن هذا الصوت لا يسمع قبل حدوث الزلزال نفسه بأكثر من نصف دقيقة ، ولذلك فإنه لا يعد تحذيراً كافياً . إذ ليس هناك وقت كاف غير أن يغادر الإنسان بيته . وفى غالب الأحيان وبخاصة عندما يأتى الزلزال ليلا والناس نيام ، لا يتسع الوقت حتى لهذا .

وفجأة بعد سماع الصوت تهتز الأرض . وفى بعض الأحيان يكون هنالك سلسلة من الاهتزازات من الخلف وإلى الأمام وبالعكس ، وفى أحيان أخرى تشبه الاهتزازات حركة الأمواج، ويشعر الواقفون على الأرض كما لو كانوا قد اعتراهم دوار البحر ، فى حين أن الجدران تتهاوى من حولهم . وقد لا تستمر الهزات الأرضية أكثر من دقيقتين أو ثلاث . ومع ذلك فإن هذه الفترة الوجيزة من فترات الفزع والموت قد تكون كافية لدمار مدينة بأسرها .

والذى نريد أن نؤكده هنا هو أن هذه الكوارث كان ينبغى ألا تقع . فجسامة الخراب تتوقف على نوع المبانى فى المدينة . فإذا كانت المبانى قد أحسن تشييدها ، وكانت متينة الأسقف والأرضيات كناطحات السحاب الممتازة الحديثة التى لها هياكل من الصلب ، لقاومت الزلازل، ولأمن من بداخلها من الناس شرها . أما إذا كانت البيوت مبنية من الطوب أو الحجارة ، وكانت الأسقف والأرضيات غير مثبتة إلى الجدران تثبيتاً متيناً ، فإنها تتداعى كما لو كانت قد بنيت من الورق . وحينئذ تجرى أحداث مروعة وكأنها حلم مزعج كالكابوس ، إذ لا يكاد الناجون من الناس يفيقون ويبدأون فى إنقاذ أولئك الذين وقعوا تحت الأنقاض حتى تنشب الحرائق ويتصاعد الدخان فى كل أنحاء المدينة . ولكن كيف السبيل إلى إخماد هذه الحرائق ؟ فالشوارع ممتلئة بالأنقاض تتكدس فيها الأخشاب والطوب والحجارة فى أكوام عالية ترتفع لعدة أقدام. وآلات إطفاء الحريق غالباً ما تكون قد دفنت أو كسرت . وحتى إذا ما سلمت فإنه لا يمكن مرورها فى الشوارع ، وخاصة إذا كانت المدينة قديمة ذات أزقة وطرق ضيقة . وعلى أى حال فلن يكون هنالك إلا كمية ضئيلة جداً من الماء اللازم

لإطفاء الحريق . ذلك لأن أنابيب المياه التى تحت الأرض وفوقها تكون قد التوت وانفصلت بعضها عن بعض مما يتسبب عنه انعدام ضغط الماء فلا تمتلئ الخراطيم ، فتلتهم النار المدينة بيتاً بعد آخر وشارعاً بعد شارع ، فليس هنالك ما يوقفها . وقد يصبح نصف المدينة أو ثلاثة أرباعها أطلالا ، بل تدمر المدينة كلها فى بعض الأحيان . هذه هى المصائب التى تنتج عن الزلازل وهى تنتج عن أى زلزال آخر يصيب أية مدينة كبيرة . ولكن قد يحدث فى بعض الأحيان ما يزيد على ذلك من أهوال .

ففى مدينة مسينا مثلا وهى تقع على البحر ، حدث بعد مرور دقائق قليلة من وقوع الزلزال أن انحسر الماء عن الشاطئ بعيداً فى عرض البحر ، ثم عاد فجأة على صورة موجة عاتية اكتسحت كل شيء فى طريقها ، فغطت الجدران التى كان يزيد ارتفاعها على ست وعشرين قدماً فوق سطح الشاطئ ، بل إنها ذهبت إلى أبعد من مسينا ذاتها ، فأغرقت القرى التى كانت تبعد عن مركز الهزة بمسافة كبيرة رغم أنها لم تصب بأى أضرار من الهزة نفسها .

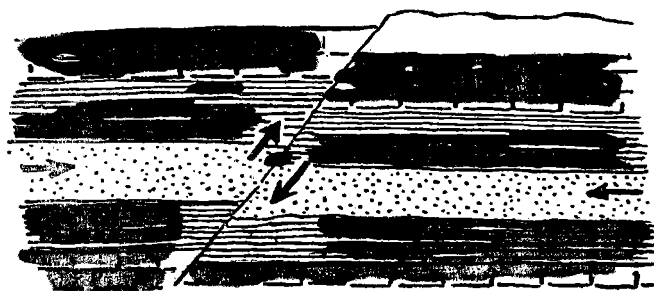
وفى طوكيو حدث ما هو أكثر إثارة للدهشة ، فقد دمرت المدينة واحترقت وشبت النار فى ١٣٦ مكاناً فى مدى نصف ساعة من بدء الهزة . وكان الناس يفرون من كل حدب وصوب بالمدينة . ولجأ آلاف منهم إلى قطعة مكشوفة من الأرض على ضفة النهر ، وتكدس المكان بالناس وأمتعتهم حتى تعذرت حركتهم فيه . ثم أطبقت النار عليهم من ثلاث جهات ، وتساقط الشرر عليهم كأنه وابل من السماء ، وخنقتهم الأبخرة الخانقة . وفجأة سمع الناس صوتاً يرتفع فوق جميع الأصوات الأخرى ، وأظلمت السماء وشاهد الناس إعصاراً مخروطيا أسود كبيراً يقترب منهم . وكان الإعصار يميل يمنة ويسرة ، ويحمل الشرر ويضرم النار فى كل شيء فى طريقه . وعندما انتهى مرور الإعصار كانت الجثث المتفحمة لخمسة وثلاثين ألف شخص تغطى الأرض .

حقًّا إنه ليس من الممكن تجنب أخطار الموج العظيم والإعصار الهائل ،

فذلك ما لا يستطيع أحد أن يعتصم منه ، ولكن كثيراً من الموت والخراب الذى تسببه الزلازل يمكن تجنبه . ففى مسينا كان الناس وحدهم – وليست الطبيعة – هم السبب فى تحويل أغلب المنازل إلى أكوام من الأنقاض . إذ لم يكن هنالك ما يدعو أن يدفن مراراً خمسة عشر شخصاً أو ما يزيد بعضهم فوق بعض فى حجرة واحدة صغيرة فى الطابق الأرضى . ولقد تعرف أحد العلماء اليابانيين ، وكان قد أرسل إلى المدينة التى دمرت لكشف أسباب الخسارة الكبيرة فى الأرواح ، على الأخطاء التى ينبغى أن يتجنبها الناس عند تشييد المدن .

لقد سجل هذا العالم أن مسينا وقعت فى جميع هذه الأخطاء . فكثير من المنازل قد بنيت من حصى النهر ، أو من الطوب الذى لم تبذل عناية كبيرة فى اختيار ملاطه « مواده اللاصقة » . وأقام الناس جدراناً بالغة الارتفاع أو قليلة السمك بالنسبة لارتفاعها ، ولم يحسنوا تثبيت الأسقف والأرضيات بالجدران ، حتى إنه فى بعض الحالات التى بقيت الجدران فيها قائمة تداعت الأسقف . وبنى الناس أبراجاً ومبان مرتفعة إلى جوار مبان أخرى منخفضة ، فعندما سقطت المبانى العالية دمرت ما جاورها ، وجعل الناس شوارع مسينا من الضيق بحيث أغلقتها أكوام الأنقاض إغلاقاً .

ولندع الآن الإنسان وأعماله جانباً لبرهة من الزمان لنرى ماذا يحدث لسطح الأرض ذاتها ، فإننا نجد – كما ذكرنا – أن الهزات الأرضية ليست إلا نتيجة



الحركة عند السطح

لسبب آخر . إنها ذبذبة تنجم عن الحركة المفاجئة للصخور الموجودة فى قشرة الأرض أو بالقرب منها . فماذا نستطيع أن نراه من نتائج هذه الحركة ؟ وماذا يحدث للسطح عندما تتحرك الصخور فجأة ؟

هنالك شيء واحد هو الذى نعرف أنه لا يحدث ، ذلك أن الأرض « لا تتثاءب » كما كان يزعم بعض رواة القصص . إنها لا تفغر فاها لكى تبتلع قرى بأكملها ثم تعود فتغلقه . حقيقة قد يحدث فى بعض الأحيان أن يظهر فى الأرض شق يتسع لابتلاع رجل بجواده ، ولكن هذا الأمر نادر الحدوث . إن القوى التى تسبب انكسار الصخور تعتبر من القوى الضاغطة ، وليست من النوع الناتج عن الشد ، فهى بذلك لا تستطيع أن تفصل بعض الصخور عن بعضها ، ولكنها تدفعها بعضها ضد بعض ، وعندما ينثنى سطحها إلى أعلى ، فمن الممكن أن تنشق* .

وقد تكون الحركة على السطح جانبية ، أو علوية ، أو سفلية . ويمكننا أن نتتبع حركة القشرة الأرضية بوضوح بعد حدوث زلزال عنيف ، ونستطيع أن نرى الخط الذى امتدت الحركة على طوله . وفى بعض الأحيان ، نستطيع أن نرى تغيرات أخرى فى القشرة ؛ فالجبال قد تميل أو تتحرك فعلا إلى أعلى لتزداد ارتفاعاً ، والجروف قد تتصدع وتهوى ، والمنحدرات قد تنزلق لتدفن قرى بأكملها ، والقباب قد ترتفع ، والشقوق قد تنفتح ، كما أن عودة الأرض لحالة التوازن قد تسبب انبثاق عيون من الماء ونشأة فوهات صغيرة تخرج منها الرمال .

وفى بعض الأحيان تعقب الزلزال تغيرات بالغة فى تضاريس الأرض . ومن حسن الحظ أن معظم هذه التغيرات تحدث تحت سطح البحر . ففى نوفمبر سنة ١٩٢٩ حدث زلزال تحت سطح الأطلسى ، يعد من أعظم الزلازل فى

* تحدث زلازل فى أحيان كثيرة نتيجة للشد الذى يسبب انكسارات فى الصخور ، ولكنها انكسارات (فوالق) من نوع آخر . (المراجع)

العصور الحديثة ، وكان يقع على مسافة تبلغ نحو ٨٠٠ ميل من مدينة نيويورك، وقد حدد زمن هذا الزلزال ومكانه ومركز الحركة فيه بكل دقة . ويرجع هذا التحديد إلى أن ١٢ من « الكابلات » الممتدة على قاع المحيط الأطلسى قد انكسرت فجأة . وقد دلت طريقة انكسارها على أن الدعامة التى تسندها من أسفل وهى قاع البحر قد هوت فجأة ، لأن كل واحد من هذه الكابلات كسر فى عدة أماكن ، وبعض هذه الانكسارات كان يفصلها بعضها عن بعض ١٥٠ ميلا . وكان من الواضح أنها قد تعرضت لقوة شد عندما هوى القاع من تحتها ، فانكسرت نتيجة لثقلها . وتوصل العلماء فى النهاية إلى أن قاع المحيط قد هبط بمقدار ٢٥ قدماً .



معظم الزلازل تحدث تحت سطح البحر

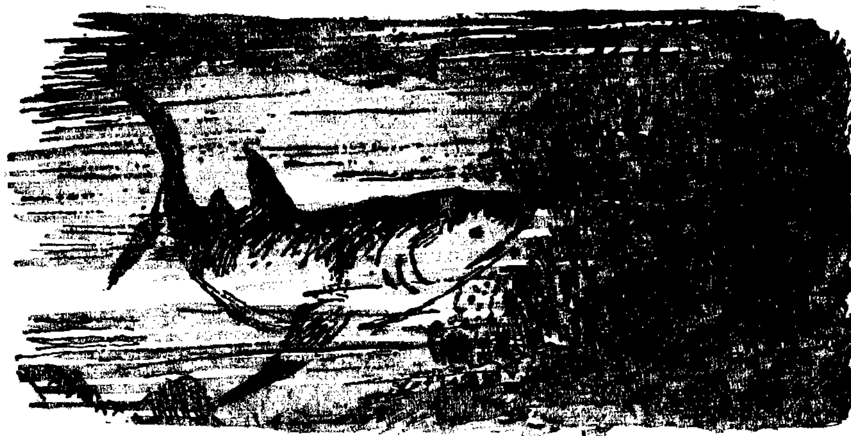
ولما كانت معظم الزلازل تقع تحت سطح البحر ، فإننا لا نستطيع إلا فى أحوال قليلة أن نعرف ماذا يحدث للقشرة عندما تتزلزل الأرض ، ومع ذلك فإننا نستطيع غالباً أن نشعر بنتائج هذه التغيرات التى تحدث تحت سطح البحر

بسبب ما تثيره من الأمواج العظيمة .

وقد اعتدنا أن نسمى هذه الأمواج بأمواج المد والجزر ، ولكننا نعلم الآن أنه لا يوجد لهذه الأمواج علاقة بهما ، ولذلك نطلق عليها الاسم اليابانى تسونامى . وهذه الموجات لا تنشأ دائماً عن الزلازل ، فقد يكون سببها البراكين التى تحدث تحت الماء . فعندما انفجر بركان كراكاتوا ، كما تذكر ، أحدث موجة من هذا النوع .

ولكن معظم هذه الموجات تتسبب من الزلازل ، ويقال إنها تنتقل بسرعة مذهلة تبلغ مئات الأميال فى الساعة ، ولا ينجم عنها ضرر ما دامت فى عرض البحر ، والواقع أن السفن قد لا تشعر بالمرة بأنها تركب هذه الأمواج . ولا تصير هذه الأمواج ذات خطر إلا عندما تصل إلى الأرض . فعندما تقترب الموجة من الشاطئ تحمل الماء والسفن بعيداً عنه ، ثم تعود بها ثانية فى عنف إليه . وفى كثير من الأحيان يندفع الماء إلى مسافات بعيدة فوق الأرض ليترك السفن فوقها لا حول لها ولا قوة عند انحساره . وفى نفس الوقت يدمر الماء كل ما يصادفه ، وقد يلحق بالناس ويدفع بهم إلى مسافات بعيدة إلى المرتفعات بعيداً عن الشاطئ .

وأعجب ما فى الأمر هو أن الخسارة التى تنجم عن هذه الموجات تقع فى أماكن بعيدة كل البعد عن أماكن نشأتها . وهى تسير مئات بل آلاف الأميال . فالموجة التى نشأت عن الزلزال الذى قطع أسلاك الكابلات فى الأطلسى دمرت السفن فى نيوفوندلاند حيث لم يشعر الناس بالزلزال كلية . وحديثاً اكتسحت موجات ارتفاعها ١٥ قدماً شواطئ جزر هاواى ، فقتلت الناس واكتسحت السفن والمنازل ، ومع ذلك فقد كانت هذه الموجات نتيجة لزلزال حدث قرب جزر أليوشن .



الفصل الثالث عشر

حركات علوية وسفلية وجانبية

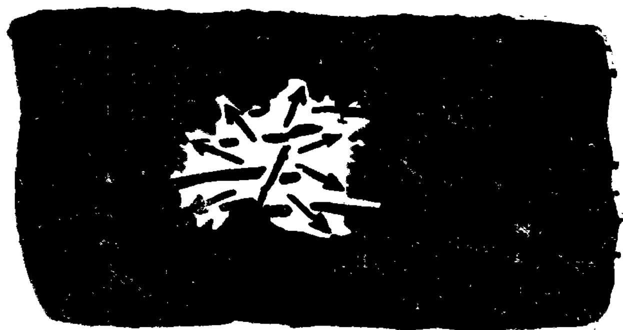
لو أن الناس سمعوا منذ قرنين من الزمان أن معظم الزلازل تحدث تحت قاع البحر لاستولت عليهم الدهشة مما سمعوا . ولاشك أن دهشتهم كانت تزداد لو أنهم علموا أن الإنسان لا يشعر بمعظم الزلازل التى تقع على سطح الأرض بسبب بعدها عن الأماكن الآهلة بالسكان أو بسبب ضعفها الشديد بحيث يتعذر على الإنسان أن يحس بها . لاشك أن أسلافنا لم يكونوا ليصدقوا شيئاً من ذلك بسبب عدم حيازتهم لآلات حساسة تثبت ذلك لهم .

ولكن يوجد لدينا الآن آلات تمكننا من الإحساس بأضعف الهزات الأرضية وتسجيلها ، وتسمى هذه الآلات بآلات « تسجيل الزلازل أو رصدها » ، أو آلات « السيزموجراف » . وقد اشتق هذا الاسم من كلمة « سيزمو » ومعناها باليونانية الزلزال . ويطلق على العلماء الذين يستخدمون هذه الآلات ويدرسون الزلازل « السيزمولوجيون » ومعناها علماء الزلازل .

وسوف نرى بعد قليل كيف يعمل « السيزموجراف » وكيف يعمل علماء الزلازل . ولكننا سوف نكتفى الآن بأن نذكر أنهم يستطيعون « فيما بينهم » أن يحددوا كثيراً من الأمور الهامة حول الزلزال . فهم يستطيعون تحديد المركز الحقيق للزلزال . أى أن يعرفوا العمق الذى تحدث عنده حركة الصخور داخل الأرض . كما يستطيعون أن يحددوا المركز السطحى للزلزال وهو ذلك المكان من سطح الأرض الذى يقع تماماً فوق المركز الحقيق للزلزال ، كما يستطيعون أن يحددوا شدة الزلزال .

ولعلك تتساءل فى هذا المقام : لماذا تتحرك الصخور إطلاقاً ؟ وما الذى يسبب للقشرة الأرضية تلك الحركة المفاجئة التى تسبب الاهتزازات التى نسميها الزلازل ؟

ولبيان ذلك ينبغى ألا يتطرق إلى أذهاننا أن الصخور جامدة (جاسئة) كل الجمود . فطبقات الصخور فى القشرة الأرضية مرنة ومن الممكن أن تنثنى : بل إنها تنثنى فعلا بصورة مستمرة بسبب ما يقع عليها من الضغوط الشديدة . وفى بعض الأحيان تحدث عملية الانثناء ببطء شديد وعلى مدى عصور بالغة



زلزال عميق دون انكسار سطحى

الطول من الزمان بحيث يؤدى ذلك إلى انبعاج الصخور أو التوائها أو انثنائها . وقد يحدث فى بعض الأحيان أن يتزايد توتر الصخر بصورة مطردة حتى

بحين الوقت الذى لا يحتمل فيه مزيد منه ، وعندئذ تكون مثل هذه الزيادة فى الضغط والتوتر كمثل القشة التى قصمت ظهر البعير ، إذ تتصدع الصخور وتغير من أوضاعها لكى تتلاءم مع ذلك الضغط الواقع عليها . وقد تكون الطبقة التى يصيبها التصدع قريبة من السطح أو عميقة داخل الأرض . وبرغم أن القشرة العميقة قد تصيبها كسور متشعبة، فقلما تصل هذه الكسور إلى السطح .

أما فيما يتعلق بمدننا ، فيجب ألا نخشى إلا الزلازل السطحية ، وهى تلك التى تقع على أعماق تتراوح بين خمسة أميال وعشرين ميلا تحت سطح الأرض . فتلك هى التى تنال السطح بأشد الضربات ، وهى التى تظهر فعلا على السطح فى صورة شقوق وتؤدى إلى تحرك الأرض جانبيًّا وإلى تغيير معالم سطحها . وهى أيضاً أكثر الأنواع شيوعاً . وقلما ترجع تصدعات الصخور السطحية إلى أحداث يزيد عمقها على عشرين ميلا داخل الأرض . فإذا كانت الأعماق أكثر من ذلك فقلما يصل تأثيرها إلى السطح بقوة تكفى لإحداث أى ضرر . ومع ذلك فهى تحدث فيما ندر . فى عام ١٩٣٩ وقع زلزال على عمق ٤٣ ميلا تحت السطح وظهر أثره بالقرب من شيلان (فى شيلى) فتسبب فى أضرار جسيمة ومات بسببه ٢٥,٠٠٠ شخص .

وعندما يكون مركز الزلزال على عمق يزيد على ٢٠ ميلا ، فإنه يسمى زلزالا عميق البؤرة أو زلزالا جوفيًّا . وهنالك كثير من الأمور التى نجهلها عن هذا النوع من الزلازل وبخاصة تلك التى تقع مراكزها على بعد مئات الأميال تحت السطح .

وقيل إن أحد الزلازل الجوفية كان مركزه يقع على عمق ٤٣٥ ميلا تحت السطح وهو عمق يزيد على عشر المسافة إلى مركز الأرض . وليس من السهل أن يسلم جميع العلماء بهذا الرقم . وليس ذلك عجباً ، فمن الصعب أن نتصور كيف أن الصخور التى ينبغى أن تكون على هذه الأعماق سائلة أو لدنة على الأقل يمكن أن تكون هشة إلى الحد الذى يجعلها تنكسر فجأة وتسبب الهزات

التى تكون الزلزال .

وقد حاول علماء الزلازل على مدى سنوات أن يفسروا الزلازل الجوفية على أنها انعكاسات لبعض الزلازل السطحية . ولكن جميع الآراء متفقة الآن على أن هنالك زلازل عميقة فعلا . ففى عام ١٩٢٨ وجد أن زلزالا أحس به الناس فى اليابان قد بدأ على عمق ٢٥٤ ميلا تحت قاع المحيط الهادى . وقد أجمع معظم العلماء على هذا ، بل إنهم أجمعوا على أن الزلازل ذات المراكز العميقة هى أقوى الزلازل أثراً فى رفع الجبال والإبقاء على القارات مرتفعة .

وقد كان الناس فى زمن من الأزمان يعتقدون أن جميع الزلازل تنشأ عن البراكين ، أو على الأقل ترتبط بها بطريقة ما . وليس هذا عجيباً كل العجب . أوليست الأرض تهتز كلما ثار بركان ؟ إنها تهتز قبل الثوران وفى أثنائه وبعده . ثم أليست معظم الزلازل تقع فى نفس المناطق التى تحدث بها البراكين ؟

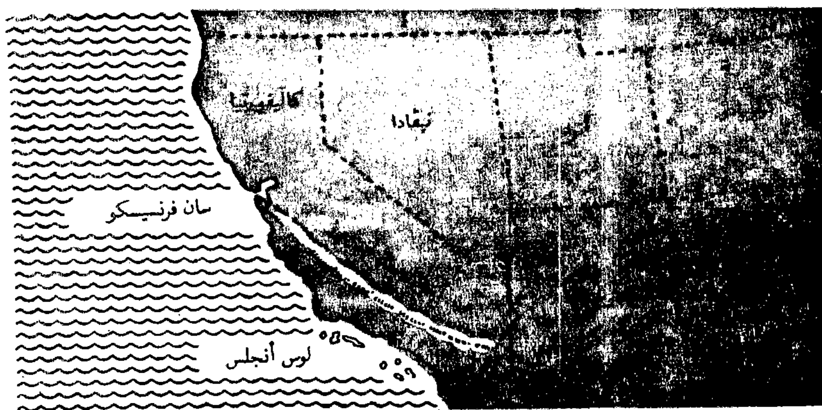
لقد اتسعت معلوماتنا فى الوقت الحاضر عن هذه الأمور . فنحن نعلم أن الزلازل البركانية تكون بذاتها قسماً صغيراً من أنواع الزلازل . كما نعلم أنه ليس بين هذا النوع من الزلازل وبين الزلازل « التكتونية » (التى تتسبب عن الحركات الأرضية) أو « البنائية » (التى تتسبب فى بناء القارات) علاقة . إن الزلازل البركانية لها علاقة بتحركات الصهارة تحت القشرة الأرضية وهى شديدة الصلة بثوران البراكين ، وقد تنشأ عن انفجارات فى فوهة أحد البراكين ، أو عن انكسار فى الصخور بالقرب من البركان ، أو قد تكون ناشئة عن مجرد الضغط الذى تسببه الغازات فى الحمم .

ومثل هذه الزلازل البركانية محلية إلى أقصى حد ، وهى أيضاً سطحية جداً . وقد تكون بالغة العنف بالقرب من البركان ولكن شدتها تخفت على بعد مسافة قصيرة منه . وفى بعض الأحيان تخفق آلة حساسة لرصد الزلازل فى تسجيل زلزال بركانى يقع على مسافة أميال قليلة منها ، مما يوضح إلى أى مدى يعد هذا النوع من الزلازل قريباً من السطح ، أما الزلازل البنائية التى تكون من الضعف

بحيث لا يشعر بها الناس فى المنطقة التى تقع فوق مركزها مباشرة ، فمن الممكن تسجيلها باستخدام آلات السيزموجراف الدقيقة على بعد ألف ميل منها .

والزلازل البنائية هى التى تهمنا أكثر من غيرها ، لأنها تؤثر فينا أشد التأثير . ويوجد فى بعض الولايات المتحدة ثلاثة أنواع نشيطة منها . أحدها يؤثر فى الشاطئ الغربى فى منطقة من الحزام الذى تبنى فيه الجبال حول المحيط الهادى كما سبق الذكر ، حيث تستمر عملية انثناء الصخور على طول المنطقة المحيطة بحوافه . وقد يرجع ذلك إلى أن القارات كما رأينا من قبل قد تكون آخذة فى الانزلاق نحو قاعدة المحيط الأشد قوة . ومهما يكن سببها ، فإنها تؤدى ببطء إلى تكوين سلاسل من الجبال الصخرية العالية خلال ملايين عديدة من السنين . وقد كان الزلزال الذى حدث فى سان فرانسيسكو عام ١٩٠٦ ومجموعة كاملة من الزلازل الأخرى جزءاً من هذه العملية .

فكم من آلاف الزلازل تبنى جبلا من الجبال ؟ ذلك ما لا نعرفه ، ولكننا



نعلم أن الطبيعة ليست متعجلة ، كما نعلم أن كل زلزال مهما صغر له أثره فى عملية البناء هذه . وقد قيست فعلا ارتفاعات جبال كاليفورنيا بعد وقوع الزلازل فوجد أنها قد زادت فى الارتفاع . وهذا ينطبق على أى مكان آخر . ويقدر العلماء

أن أربعة زلازل قد سببت ارتفاع الأرض فى مكان غير بعيد عن طوكيو بمقدار ٤٥ قدماً فى مدى قرون من الزمان . وفى آلاسكا وقعت سلسلة من الزلازل عام ١٨٩٩ نتج عنها ارتفاع قدره ٥٠ قدماً دفعة واحدة .

وتحدث زلازل كثيرة فى كاليفورنيا على طول خط يسمى شق أو أخدود أو فالق سان أندريا . ويمثل هذا الخط منطقة ضعف فى القشرة الأرضية حدثت بسبب تشقق القشرة وتحركها وصحب ذلك حدوث زلازل متكررة على مدى سنوات لا يحصيها العد . والأخدود مشهور لسكان كاليفورنيا ؛ إذ عندما يقرأون عن هزة جديدة فى الجرائد يقولون : « ها هو ذا أخدود سان أندريا ينزلق مرة أخرى » .

ويعد هذا الأخدود أطول الأخاديد المعروفة فى العالم كله . فهو يمتد من الشمال إلى الجنوب لمسافة تزيد على ٦٠٠ ميل . وينتهى طرفه الشمالى فى المحيط وطرفه الجنوبى فى صحراء كولورادو . ومن الممكن أن يتتبع الإنسان هذا الأخدود بوضوح تام من الطائرة . وهو يبدو فى بعض الأماكن على هيئة سلسلة من المرتفعات والمنخفضات ، وفى بعض الأماكن الأخرى فى صورة جرف يختلف ارتفاعه من بضع أقدام إلى مائة قدم . ويظهر فى بعض الأماكن دلائل على حدوث تحركات جانبية على طول الفالق . فعندما حدث زلزال سان فرانسيسكو انكسر جزء من الفالق يبلغ طوله ٢٧٠ ميلا ثم تحرك الجانب القريب من الشاطئ نحو الشمال الغربى ، وقد بلغت مسافة هذه الحركة الجانبية فى أحد الأماكن ٢١ قدماً .

ويبلغ الأخدود درجة كبيرة من القدم ، حتى إن دلائل حركته قد أوشكت أن تندثر تماماً . ومع ذلك فيمكن رؤية آثار الحركات الجانبية التى حدثت فى بعض أجزائه فى الماضى . ويلاحظ أنها أكبر من تلك التى حدثت فى الوقت الحاضر ، إذ بلغت هذه الحركات القديمة فى أحد الوديان ١٥٠ قدماً . فهل يدل ذلك على أنه لم يحدث بكاليفورنيا فى العصور الحديثة ، أى من

الحركات الأرضية العظمى على طول أخدود سان أندريا ؟ أم هل يدل ذلك على أن ما نعتبره حركة كبرى ليس فى واقع الأمر إلا مجموعة من الحركات الصغرى ؟ ولربما لم تكن هنالك فى يوم من الأيام حركة كبرى ، بل مجموعة من الحركات الصغيرة تراكمت لتبدو كما لو كانت حركة كبرى واحدة . ذلك ما لا يمكن الجزم به . فهنالك كثير من الأمور ما زلنا نجهلها حول الزلازل .

وفى الجزء السفلى من وادى المسيسبى نجد نوعاً مختلفاً من الزلازل التكتونية أو البنائية . ففى كل مرة يحدث زلزال هنالك تغوص القشرة الأرضية . ولا نستطيع أن نجد لذلك إلا تفسيراً واحداً . فنهر المسيسبى يجلب سنوياً كميات ضخمة من الطمى والرواسب التى تتراكم سنة بعد أخرى لدرجة تنوء القشرة بحملها فتتكيف نتيجة لهذا الحمل بأن تغوص قليلا .

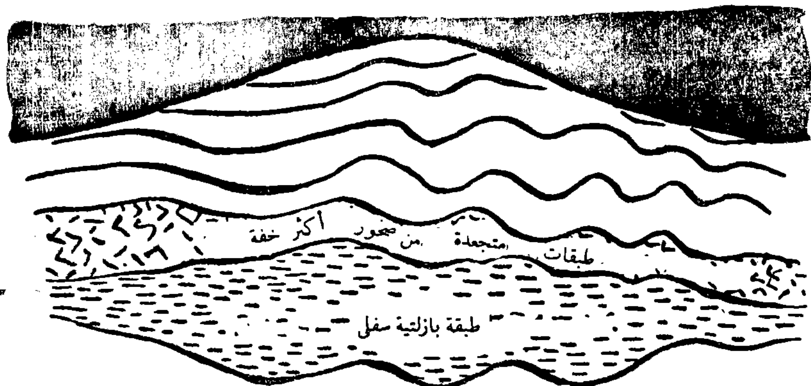
وأما فى نيوانجلاند ونيويورك فيحدث عكس ذلك تماماً . فالقشرة هناك ترتفع بدلا من أن تغوص . إذ أنها تعوض ما حدث لها فى عصر الجليد من ضغوط . فمنذ عشرين ألف سنة كانت المنطقة تغطى بطبقة من الجليد سمكها ميل تضغط عليها إلى أسفل . والآن وقد زال الجليد فقد أخذت الأرض تعود مرة أخرى إلى حالتها الأصلية بأن ترتفع . ويحدث أشد الارتفاع حالياً فى الشمال حيث لبث الجليد أطول فترة وبلغ أقصى سمك . ولم ينته كل رد الفعل . فالمنطقة لم تعد حتى الآن إلى ما كانت عليه قبل عصر الجليد . إذ تحدث كل بضع سنوات هزة أرضية صغيرة . وما الزلازل التى ينشر عنها فى نيوهامبشير إلا إحدى تلك الهزات .

ولنحاول الآن الإجابة على تساؤل أخير . فقد ذكرنا أن الزلازل إنما هى ذبذبات تنشأ عن تصدع الصخور على سطح الأرض ، أو على أعماق كبيرة فى داخلها . وذكرنا أن الصخور تتصدع بسبب عجزها عن تحمل الضغط الواقع عليها . ولابد لنا أن نتساءل الآن عما يسبب هذا الضغط وعما يبدأ عملية بناء الجبال التى تلعب الزلازل دوراً فيها .

وينبغى أن نعترف منذ البداية أننا لا نستطيع الإجابة عن هذا السؤال : إننا لا نعرف سوى أجزاء صغيرة متناثرة من الإجابة ، ولكننا لا نعرف كيف نربط أجزاء هذه الإجابة بعضها إلى بعض لنحصل على إجابة سليمة . وبالإضافة إلى ذلك فإن كثيراً من هذه الأجزاء لا يزال غائباً عنا كلية .

فنحن نعلم مثلا أن الجبال تنشأ على طول المناطق الضعيفة فى القشرة الأرضية ، كما نعلم أن البراكين والزلازل تنشأ هى الأخرى فى هذه الأماكن ذاتها . كما نعلم أن كلا منهما يقوم بدوره فى بناء الأرض ، ولكننا لا نعرف السبب فى ارتفاع الصهارة إلى أعلى ، كما لا نعلم مصدر القوة التى تدفع بالصخور إلى أعلى . وقد ترجع هاتان الظاهرتان إلى سبب واحد . وربما كان للعناصر المشعة التى تنطلق منها الحرارة علاقة بهذا الأمر . أو لربما كان هنالك عامل آخر هو الذى يسبب ارتفاع الحرارة ويجعل الصخور فى باطن الأرض تأخذ فى الارتفاع وتدفع أمامها ما فوقها من الصخور .

إننا لا نستطيع أن نصل إلى رأى قاطع حول هذه الأمور ، لأننا لا نستطيع



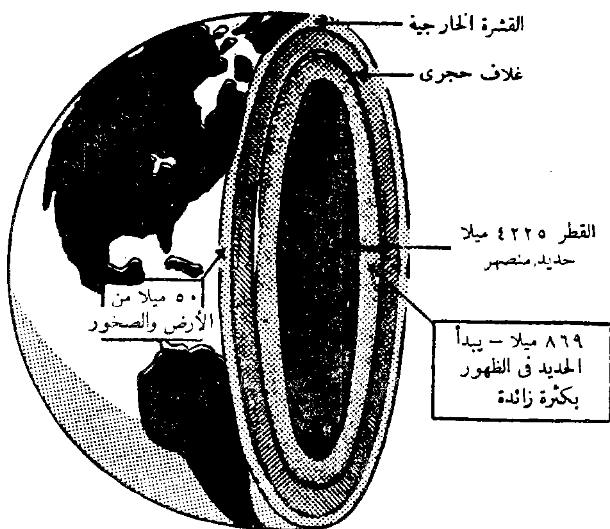
جبال ترتفع من جذورها

أن نصل إلى أعماق الأرض لكى نرى ما يحدث هنالك . إن كل ما نستطيعه هو مشاهدة ما يحدث على السطح ثم استخدامه فى الاستدلال على ما يحدث فى الباطن . فهنالك أثقال تتراكم فى بعض الأماكن وتجعل الأرض تغوص تحتها .

فالقاعدة الصخرية تحت جرينلاند مثلا قد انثنت مكونة ما يشبه الوعاء بسبب ثقل الجليد عليها . وهنالك أماكن أخرى ترتفع بسبب زوال بعض ما عليها من الأثقال . فنيوانجلاند آخذة فى الارتفاع وإسكنديناڤيا ترتفع بمعدل نصف بوصة كل عام، وفى بعض الأماكن الأخرى تتعرض الجبال للتآكل عند قممها بسبب الأمطار والرياح والجليد والصقيع . وكأنما تحاول الجبال أن تعوض ما يعتريها من نقص بأن ترتفع من جذورها .

وواقع الأمر أننا نعيش على كوكب دائم التغير . وما دامت هنالك حرارة باقية داخل الأرض فإن الأرض سوف تتغير باستمرار ، فى حين أن القمر ثابت لا يتغير ، لأنه عالم بارد ميت . أما الأرض فلم تخب حرارتها بعد ولا تزال بعيدة كل البعد عن فقدان هذه الحرارة . وسوف تقوم الزلازل بدورها فى تعديل المعالم الجغرافية لسطحها ما عاش الناس على سطحها، بل ولربما بعد أن تنتهى حياتهم عليها بآماد طويلة ، فالأماكن العالية سوف تنحت وتتآكل وسوف تملأ المواد الناتجة منها وهاد الأرض ومنخفضاتها وسوف تضغط الصخور الصلبة للقشرة إلى أسفل فى بعض البقاع وتطفو إلى أعلى فى البعض الآخر . وسوف ينشأ عن كل ذلك توتر فى الصخور ينتج عنه تصدع فى القشرة ليمحو أثره . وسوف ترتفع صخور وتهبط أخرى، وسوف تهتز الأرض تبعاً لذلك مراراً وتكراراً .





الفصل الرابع عشر

رسائل من الأعماق

لقد اعتدنا عجائب العلوم حتى إذا ما سمعنا لأول وهلة عن آلة تكشف عن الهزات الأرضية وتقيسها ، فإننا نأخذها مأخذ التسليم . ولكننا إذا أنعمنا النظر فيها لوجدناها عجيبة حقًّا . فكيف يتسنى لشىء موضوع على سطح الأرض أن يكشف لنا عن سرعة الأرض ذاتها وعن اتجاه حركتها ؟ إننا لا نستطيع أن نقدر الحركة مجردة عن كل شىء . فنحن لا نحكم بأن جسماً يتحرك إلا بالنسبة إلى شىء ثابت أو بالنسبة إلى شىء يتحرك بسرعة مختلفة .

فإنك تستطيع وأنت فى قطار أن تحكم بأنه يتحرك لأنك ترى من النافذة أن المنازل والأشجار وأعمدة التلغراف تمر أمامك . أما إذا أغلقت عينيك فقد يخيل إليك أنك ثابت لا تتحرك . ويرجع ذلك إلى أنك والقطار تتحركان معاً .

وكذلك فإن أية آلة موضوعة فوق الأرض لا بد أن تتحرك معها. فكيف يتسنى لها إذاً أن تحدد لنا اتجاه حركة الأرض نفسها وسرعتها ؟ إذ ليس هنالك شيء تقارن به هذه الحركة .

ولذلك يبدو أنه لتسجيل اهتزاز الأرض ، أو اهتزاز أى جسم مستقر عليها ، لابد لنا أن نعلق الآلة المستخدمة لهذا الغرض بطريقة ما عالياً فى السماء ، وذلك حتى تثبت الآلة ذاتها عند حركة الأرض . وقد يبدو ذلك مضحكاً ولكنه هو فعلا ما قام به العلماء . لقد علقوا آلة التسجيل فى سلك . .

ولعلك تقول : « نعم . ولكن السلك لا يزال على الأرض فكيف يعين هذا على تحقيق الغرض المطلوب » ؟ إنه يفعل ذلك بسبب ظاهرة خاصة تسمى القصور الذاتى . وهى ظاهرة غاية فى البساطة ، نلمس آثارها فى حياتنا اليومية ، إن هذه الظاهرة لا تعنى سوى « الكسل » . ولعلك سمعت عن الصبى الذى كان على درجة كبيرة من الكسل ولكنه كان فى الوقت ذاته عاملا ممتازاً . لأنه كان إذا ما بدأ عملا منعه كسله عن التوقف ؟ ذلك هو القصور الذاتى . ونحن عندما نصحو من النوم ، فإننا لا نحب أن نعود ثانية إلى الفراش ، وإذا احتوانا الفراش فإننا لا نحب أن نغادره .

ولابد لكل من ركب سيارة أن يكون قد تأثر بالقصور الذاتى . فما إن تتحرك السيارة فجأة حتى يرتد الإنسان فى مقعده إلى الخلف . لماذا ؟ لأن جسمه لا يريد أن يبدأ فى الحركة . إنه لايستجيب فجأة لحركة السيارة فيبقى متخلفاً . وعندما تقف السيارة فجأة فإنه يندفع نحو الأمام ، لأن جسمه لا يريد أن يتوقف ، فهو لا يستجيب مباشرة لوقوف السيارة ، بل يستمر فى حركته .

ذلك هو الأساس الذى يمكننا من تسجيل حركات الأرض . فنحن نستفيد من ظاهرة القصور الذاتى فى تسجيل السيزموجراف للهزات الأرضية .

وليست هذه بالفكرة الجديدة . ففى عام ١٣٢ بعد الميلاد اخترع رجل صينى اسمه شانج هنج – كان يعمل مديراً لمكتب التقويم والتاريخ – جهازاً



لكشف الزلازل . ولم يكن هذا الجهاز شبيهاً بالسيزموجراف الذى نستخدمه حاليًّا ، ولم يكن جهازاً دقيقاً . ولكنه كان يقوم على أساس نفس الفكرة التى يقوم عليها الجهاز الحالى . كانت الآلة التى استخدمها شانج هنج تتكون من إناء نحاسى برميلى الشكل له غطاء ، ويبلغ قطره نحو ثلاث أقدام . وكان على السطح الخارجى للإناء رؤوس ثمانية تنينات يفصلها بعضها عن بعض مسافات متساوية . وبرأس كل تنين كرة فى فمه . ويربض على قاعدة الجهاز ثمان ضفادع ، وقد فغرت كل واحدة منها فمها متسعاً تحت رأس التنين الذى يقابلها مباشرة كما لو كانت تتأهب لالتقاط الكرة إذا ما سقطت من فمه . وكلما حدث زلزال سقطت إحدى الكرات فى فم إحدى الضفادع . فقد كان يتدلى من غطاء الإناء خطار « بندول » على هيئة عمود . فإذا ما اهتزت الأرض فإن الخطار « البندول » المتأرجح داخل الإناء كان يقرع ظهر أحد التنينات مما يجعل الكرة تسقط من فمه . فيدل ذلك على أمرين : على أن زلزالا حدث ، وعلى الاتجاه الذى حدث فيه .

وليس جهاز رصد الزلازل (السيزموجراف) الذى نستخدمه اليوم على هذا

القدر من جمال المنظر ، ولكنه أكثر قدرة على التسجيل . وهو يقوم بعمله بطريقة نبسطها فيما يلى :

يتدلى سلك من قضيب ويعلق بنهاية السلك ثقل تتصل به إبرة تكاد تلامس أسطوانة ملفوفاً عليها ورق تدار آلياً . وتستند الأسطوانة ذاتها على قاعدة من الخرسانة المسلحة ترتكز مباشرة على طبقة صخرية أسفلها . فعندما تهتز الأرض تتحرك معها القاعدة المسلحة . وكلما تحركت القاعدة جانبياً تحركت تبعاً لها أسطوانة الورق حركة أمامية خلفية تحت الإبرة المتصلة بالثقل الذى بقى ثابتاً بحكم قصوره الذاتى . وينتج لدينا خط متعرج ترسمه الإبرة على ورق الأسطوانة . تلك هى الرسالة التى سطرها الزلزال ، رسالة لاسلكية تنبعث من الأعماق .

تلك هى الطريقة التى يسجل بها السيزموجراف ، ولكنك إذا نظرت إليه أثناء قيامه بعملية التسجيل ، خيل إليك أنه يعمل بطريقة عكسية . فقد تحسب أن الإبرة والثقل والسلك هى التى تتحرك وأن أسطوانة الورق والقاعدة المسلحة ثابتتان . لقد يخيل إليك ذلك لأنك سوف تكون أنت أيضاً متحركاً مع الأرض . وكذلك قد يخيل إليك، وأنت على ظهر سفينة وهى تغادر رصيف الميناء ، أن الميناء هو الذى يتحرك ، وأنك ثابت فى مكانك .



والواقع أن السيزموجراف أكثر تعقيداً مما وصفناه به . فهنالك مثلا جهاز خاص لتضخيم الحركة ، فإذا ما تحركت الأسطوانة بمقدار جزء ضئيل من البوصة ، فإن الجهاز يكبر هذه الحركة ويظهرها كما لو كانت ثلاث أو أربع

بوصات . بل إن أجهزة الرصد الحديثة ليس بها إبرة تخط اهتزازات الأرض مطلقاً . بل تستخدم بدلا منها شعاعاً ضوئياً للتسجيل ، ففيها ينعكس الضوء على طبقة من ورق التصوير الحساس من مرآة معلقة بدقة . ولابد أن يبقى هذا السيزموجراف فى حجرة مظلمة . ولا يستطيع عالم الزلازل المشرف على الجهاز بطبيعة الحال أن يعلم بوقوع زلزال فى أحد الأماكن النائية إلا بعد أن يرفع ذلك الورق الحساس ويقوم بتحميضه .

إننا نقول إن السيزموجراف يسجل حركات القشرة الأرضية . ولكن ماذا تعنى الخطوط التى يسجلها الجهاز على ورق الأسطوانة بالضبط ؟

عندما تقطع سلكاً زمبركياً إلى قطعتين ، فإن عملية القطع تتم فى ومضة عين ، ولكن السلك يستمر برغم ذلك يئز ويتذبذب فى حركة أمامية خلفية عدة ثوان أو لمدة دقيقة . وكذلك الحال فيما يتعلق بالزلزال . فالكسر الذى يسببه الزلزال يتم فى لحظة . ولكن الصخر المنكسر يستمر كالسلك الزمبركى المقطوع فى تذبذبه فترة من الزمن قد تكون ثوانى قليلة أو دقائق . والواقع أن الرعشة التى تسرى فى الأرض إنما هى رعشة مزدوجة . فهنالك رعشة تدفع الأرض أمامها وأخرى تلويها أو تهزها من جنب إلى جنب .

وتسمى الموجة الأولى للرعشة بالموجة الطويلة . وهى تشبه فى حركتها الحركة التى تنتقل من عربة إلى أخرى عندما تدفع القاطرة بالعربة الأولى إلى الأمام . وتنتقل الموجات الطولية خلال الصخور بسرعة كبيرة تبلغ نحو خمسة أميال فى الثانية . ولا تستغرق الموجات الطولية لكى تتم دورتها حول الأرض وتعود إلى المكان الذى بدأت منه إلا حوالى عشرين دقيقة .

أما النوع الآخر من الموجات فإنه يبدأ فى نفس الوقت ، ولكنه يهز حبيبات الصخر هزات جانبية ، إنه يشبه الموجة التى تنتقل فى الحبل عندما يمسك بطرفيه شخصان ويهز أحدهما طرفه هزاً جانبياً . ويسمى هذا النوع من الأمواج بالأمواج العرضية ، وهى تنتقل ببطء شديد إذا ما قورنت بالأمواج الطولية

[redacted]

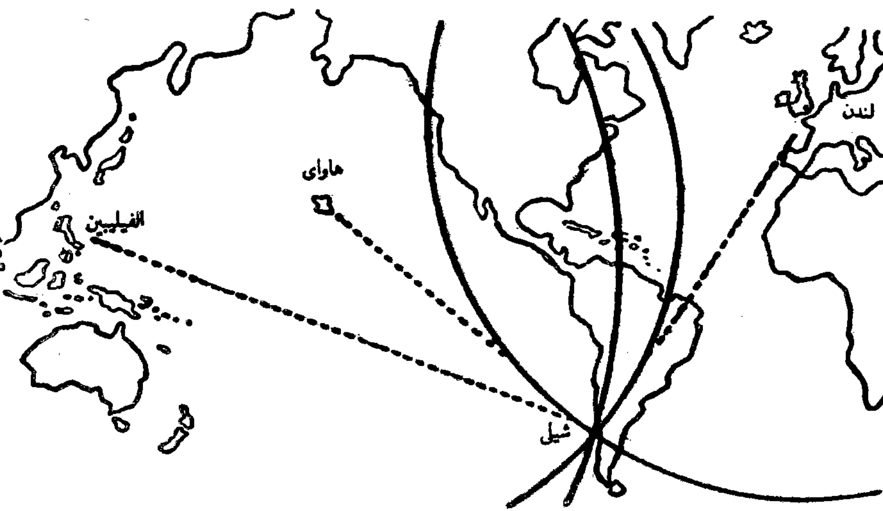
فالأمواج العرضية لا تزيد سرعتها على ثلاثة أميال فى الثانية . وعلى ذلك فإن هذين النوعين من الموجات لا يصلان إلى السيزموجراف فى نفس الوقت . ولهذا الأمر أهميته البالغة بالنسبة لنا ، فالفرق بين زمنى الوصول يدلنا على بعد الزلزال عن مكان التسجيل .

وهذا هو بعينه ما يحدث فى حالة البرق والرعد . فنحن نبصر البرق أولا ثم نسمع الرعد بعد ذلك . وهذا يرجع إلى أن الضوء ينتقل بسرعة أكبر من الصوت . ونستطيع أن نحدد بعد العاصفة بمعرفة الفرق بين زمن وصول كل من البرق والرعد إلينا . فإذا كانت تفصلهما فترة زمنية وجيزة كانت العاصفة قريبة ، أما إذا استغرق وصول الرعد فترة طويلة ، فإن العاصفة تكون بعيدة . وكذلك الحال فيما يتعلق بالموجات الطولية والموجات العرضية . فإذا كانت الثانية تصل بعد الأولى بثانيتين ، فإننا نعرف أن الزلزال كان قريباً جداً وعلى بعد ١٥ ميلا . أما إذا كانت تفصلهما فترة ست ثوان ، فإن الزلزال يكون على مسافة ٤٥ ميلا . وإذا فصلتهما فترة ٦٠٠ ثانية أى عشر دقائق فإننا ندرك أن مركز الزلزال يقع على مسافة ٤,٥٠٠ ميل .

ومن الواضح أن تقدير المسافة وحده لا يقدم لعلماء الزلازل كثيراً من المعلومات . فمعرفة المسافة لا تعينهم على تحديد مكان الزلزال . إذ قد يكون الزلزال شمالا ، أو شرقاً ، أو جنوباً ، أو غرباً ، أو فى أية نقطة أخرى بين تلك الجهات . ولهذا فلابد لعالم الزلازل أن يتصل بمرصدين آخرين لكى يعرف ما سجلته أجهزتهما . فإذا عرف المسافة بين كل منهما وبين الزلزال فإنه يرسم

دائرة حول كل مدينة بحيث يكون نصف قطرها ممثلا للمسافة بين المدينة والزلزال . وسوف تتقاطع هذه الدوائر الثلاث المرسومة فى نقطة واحدة هى النقطة الدالة على مكان الزلزال .

ولا يثير الخبير ما قد يسجله جهازه من هزات أرضية قوية . وهو لا يسرع فى الحصول على ما سجلته المراصد الأخرى لكى يحدد مكان الزلزال لينشر الخبر على عالم يترقب نتائجه ، فهو يعلم أن الزلزال الذى يبدو مروعاً على الورق حدث على الأرجح فى أحد الأماكن النائية تحت البحر ولن يسمع عنه أحد بعد ذلك ، وأن الزلازل المدمرة نادرة الحدوث . وعلى أى حال فإن العالم لا ينتظر نتائجه لأنه



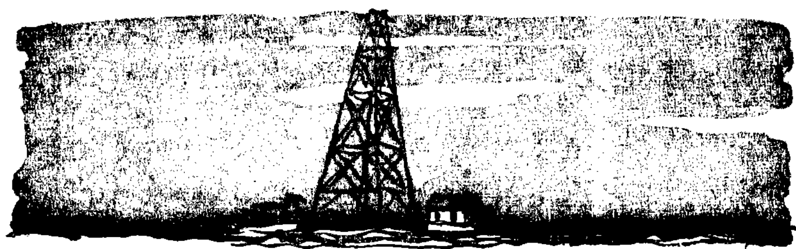
إذا كانت الخسارة قد حدثت فعلا فإن أخبارها سوف تكون على أسلاك البرق قبل أن يرسم عالم الزلازل دوائره ويقوم بتحديد مكان الزلازل . أما إذا لم تكن قد وقعت خسارة ، فإن أحداً لن يهتم بأخبارها .

ويستثنى من ذلك علماء الزلازل أنفسهم ؛ إذ لعالم الزلازل أن يطمئن إلى أن زملاءه سيولون نتائجه الاهتمام الكافى لأنهم يعتقدون أنه فى الإمكان الاستفادة

من صور التسجيلات الزلزالية بصورة أكثر من مجرد تحديد قوة الزلزال وعمقه وبعده . فلقد هيأ لنا السيزموجراف ، فى الواقع ، السبيل للحصول على أصدق صورة عن باطن الأرض .

ولعلك تذكر أننا حينما كنا نناقش طريقة تكوين البراكين ، ذكرنا أن بعض الهزات الأرضية تنتقل خلال الـ ١,٨٠٠ ميل الأولى من الأرض ، كما لو كانت الأرض صلبة . وما كنا لنعلم ذلك دون الموجات العرضية لأنها لا تنتقل خلال السوائل . وقد وجد أنها تقطع نحو نصف المسافة تقريباً إلى مركز الأرض ثم تتلاشى بعد ذلك . وهكذا يبدو أننا لا نستطيع إلا أن نفترض أن الصخور تفقد صلابتها على عمق ١,٨٠٠ ميل . ولعلها تتحول إلى سائل زجاجى لا تمر خلاله الموجات العرضية للزلازل .

إن السيزموجراف هو بمثابة الآذان والعيون لكل من يريد أن يعرف ماذا يجرى داخل الأرض . وفى بعض الأحيان يكون اهتمامنا بهذه الأمور مجرد اهتمام



علمى بحت ، وفى أحيان أخرى يكون هنالك دافع عملى خلف هذه المعرفة ، كالكشف عن البترول الذى أصبح الكشف عنه أهم استعمال تطبيقى للسيزموجراف .

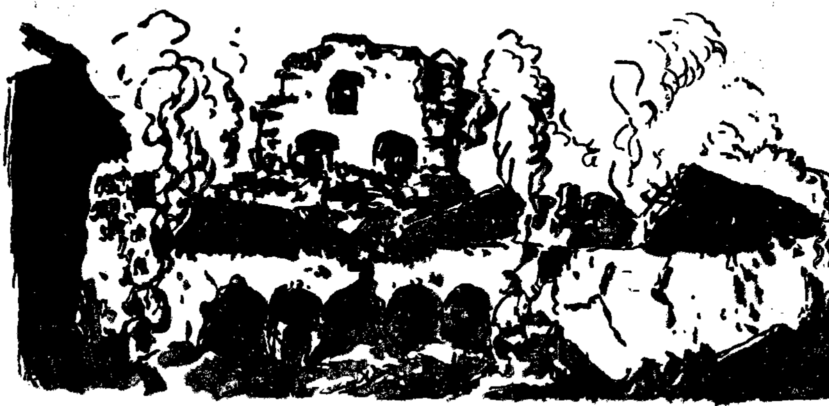
ولكن هل يستطيع السيزموجراف حقيقة أن يبين المصائد الحاوية على البترول فى الصخور ؟ كلا إنه لا يستطيع ذلك . ولكنه يستطيع أن يقدم لنا ما يلى ذلك فى الأهمية . فهو يستطيع أن يبين لنا مواقع المصائد عامة . وقد وجد

الباحثون عن البترول أنه يرتفع ويتجمع فى الأماكن المرتفعة مثل القباب الموجودة بين طبقات الصخور . ويستطيع السيزموجراف أن يبين لنا عمق هذه القباب، فيساعدنا بذلك على اختيار أنسب الأماكن للتنقيب عنه .

ويستطيع السيزموجراف أن يدلنا على ذلك لأن بعض الموجات الزلزالية ينعكس أو يرتد إلى السطح ثانية عندما ترتطم ببعض الطبقات . لذلك يلجأ المنقبون عن البترول إلى عمل زلزال صناعى ، فهم يحفرون حفرة ويفجرون فى داخلها شحنة من الديناميت . فتنتقل موجات ذلك الزلزال الصناعى فى جميع الاتجاهات ، كما تنتقل الأمواج فى لجة الماء عندما يلقى فيها بحجر . وتنتقل بعض هذه الموجات إلى أسفل داخل الأرض، ثم تعود فتنعكس جزئياً بسبب ارتطامها بإحدى الطبقات الصخرية فى باطن الأرض .

ويسجل السيزموجراف فى أول الأمر رعشة الأمواج التى تصل إليه مباشرة على امتداد سطح الأرض . وبعد بضع ثوان تصله رعشة ثانية . وما تلك إلا صدى للموجات التى سارت إلى أسفل خلال القشرة ثم ارتطمت بطبقة عاكسة فارتدت مرة أخرى. وتعتبر رحلة الموجة التى اتجهت إلى أسفل ثم انعكست أطول بكثير من الطريق الذى تسلكه الموجة السطحية . وعلى ذلك فمن الطبيعى أن يتأخر وصولها . ولكن أهم ما فى الموضوع هو مدى تأخر هذه الموجات . إن الفرق بين زمن وصول هذين النوعين من الموجات ، يكشف لنا عن عمق الطبقة الصخرية العاكسة داخل الأرض .

وتستخدم أجهزة تسجيل الزلازل لهذا الغرض على وجه خاص فى الولايات المطلة على الخليج الكاريبى بالولايات المتحدة حيث الطبقات الصخرية مدفونة على أعماق سحيقة لا تسمح بظهورها على سطح الأرض . فالأرض هنالك تكون سهولا منبسطة يغطيها غطاء سميك من الطين والرمال . ويكشف لنا السيزموجراف عما فى باطن الأرض وييسر عمل خرائط للقباب الصخرية كما لو كانت ظاهرة فوق الأرض . ولولا السيزموجراف لضاع كثير من الجهد والمال فى الحفر بحثاً عن مصائد البترول .



الفصل الخامس عشر

الاستعداد للزلزال القادم

تختلف الزلازل فى شدتها اختلافاً كبيراً لدرجة أن أعدادها التى تحدث ى مكان أو فى آخر ليس لها أهمية خاصة ، ولكن ماذا عسانا واجدين إذا قدرنا سدة الزلازل المختلفة .

إننا سوف نجد أن ٨٠ ٪ من النشاط الزلزالى تقع فى الحزام المحيط بالمحيط لهادى مباشرة وأن ١٥٪ منها تقع فى الحزام الذى يبدأ فى المكسيك ثم يقطع جزر هند الغربية متجهاً إلى البحر المتوسط ووسط أوربـا ، ثم ينحرف ثانيـة تلال آسيا الصغرى والهند وجزر الهند الشرقية لكى يلتقى مع الحزام الأول فى جنوب حيط الهادى ؛ ويتبقى ٥ ٪ من الزلازل موزعة على بقية العالم .

ويعد الناس فى الولايات المتحدة محظوظين . فالولايات المتحدة تعتبر منطقة منة فيما عدا ساحلها الغربى . ومع ذلك فإن نصيب سكانها من الـ ٥ ٪ من

النشاط الزلزالى الذى يشتركون فيه مع سائر العالم قد أمدهم بعدد وفير من الهزات الأرضية . فى عامى ١٨١١ و ١٨١٢ حدثت سلسلة كاملة من الزلازل بالقرب من ملتقى نهرى أوهايو والمسيسيبى . وربما كانت هذه المجموعة من الزلازل هى شر ما أصاب الولايات المتحدة من الزلازل. ومن حسن الحظ أن المنطقة لم تكن فى ذلك الحين قد اكتظت بالسكان . ففى نيو مدريد بميسورى وهى أقرب المدن من مكان الزلازل كان الناس لا يزالون يعيشون فى أكشاك مصنوعة من كتل الأشجار . ولهذا السبب لم تحدث خسارة فى الأرواح كما كانت الخسارة فى الممتلكات ضئيلة . ولكن المنطقة ذاتها قد تغيرت تغيراً كبيراً، إذ ارتفعت أجزاء منها وانخفضت أجزاء أخرى ، فغمرت المياه غابة وأغرقتها ، وتكونت بحيرة ريلفوت فى تنيسى ، بينما غاصت جزر فى المسيسيبى وتقوضت ضفافه .

وفى ٧ من فبراير عام ١٨١٢ كان بعض العلماء فى ولاية كنتكى حين حدثت ست من أسوأ الهزات . لقد كان أوديبون العالم الطبيعى الذى تحمل جمعيات الطيور فى الولايات المتحدة اسمه يمتطى ظهر جواده فى نفس الوقت الذى حدثت فيه الهزات . وقد سجل حينئذ « أن الأرض قد ارتفعت وانخفضت



أوديبون كان يمتطى صهوة جواد فى ذلك الوقت

فى حركات متتالية وكأنها تموجات المياه على سطح إحدى البحيرات . تموجت الأرض وكأنها حقل من القمح داعبه النسيم . »

لقد كانت الهزات عنيفة حقاً ، فقد وصل تأثير ثلاث منها بعيداً حتى شاطئ الأطلسى . ويقال إن الساعات توقفت وإن ناقوس إحدى الكنائس دق من تلقاء نفسه فى مدينة بوسطن التى تقع على بعد ١١٠٠ ميل من الزلزال ، بينما تشقق طلاء المبانى فى ولايتى فرجينيا وكارولينا إلى الجنوب . أما فى واشنجتن على بعد ٨٠٠ ميل فقد اهتزت الأبواب وقرقعت النوافذ . وفى سنسناتى على بعد ٤٠٠ ميل تساقطت المداخن . وقد احتفظ أحد الأشخاص فى كنتكى بسجل دقيق للهزات التى حدثت فى المدة بين ١٦ ديسمبر سنة ١٨١١ إلى ١٥ من مارس من السنة التالية ، فوجد أن عدد هذه الهزات بلغ ١٨٧٤ هزة منها عشر عنيفة وثمان أقل منها عنفاً .

وفى ٣١ من أغسطس سنة ١٨٨٦ استهدفت شارلستون بكارولينا الجنوبية وما يجاورها لأسوأ هزة شهدها شاطئ الأطلسى — على الأقل — فى العصور التاريخية . ومن توفيق الله أن عدد من ماتوا بسبب هذه الهزة لم يزد على عشرة . وإذا نظرنا إلى ما كانت عليه هذه الهزة من الشدة لوجدنا أن الخسارة كانت طفيفة جداً . ففى المدينة ذاتها بلغ عدد المبانى التى دمرها الزلزال ما يقرب من مائة وأصيبت تقريباً جميع المنازل المبنية من الطوب . لقد أحدثت هذه الهزة اضطراباً فى منطقة مساحتها ٢,٨٠٠,٠٠٠ ميل مربع ، وكان تأثيرها ظاهراً على طول المسافة بين كندا وخليج المكسيك . بل إن فى بعض الأماكن البعيدة مثل ميلووكى بويسكونسين تحطمت النوافذ بتأثير الزلزال .

وكانت نيو مدريد وشارلستون أسوأ المدن تأثراً فى شرق الولايات المتحدة إذ انتشرت فيها الزلازل انتشاراً كبيراً حتى عمت سائر البلاد رغم أن نصيبها لا يعدو مع غيرها من بعض الدول ٥ ٪ من الزلازل. فسد بولدر مثلا وهو واقع عبر نهر كلورادو سببت له الزلازل مشكلة جسيمة . فى عام ١٩٣٧ فقط بلغ

عدد الهزات الأرضية فى المنطقة المحيطة بالسد ١٤٣ هزة . كما حدثت زلازل فى كل من شيكاغو ونيويورك ولو أنها لم تكن زلازل شديدة . أما بوسطن فقد حدث فيها عام ١٧٥٥ زلزال عنيف . وتحدث باستمرار زلازل قوية فى نيو انجلاند ، كما أصيبت مونتانا وأوتاوا ونيفادا بزلازل مدمرة ، كما حدثت زلازل على طول الساحل الغربى ، وفى كثير من بقية الولايات الأخرى .

فماذا عن مستقبل الزلازل فى الولايات المتحدة ؟ هل من الممكن أن تصاب فى أحد الأيام إحدى المدن الكبرى التى لا تقع على الشاطئ الغربى بزلزال عنيف



سد بولدر

كالذى حدث فى سان فرانسيسكو ؟

إننا لا نعلم ولا يستطيع أحد أن يتكهن بذلك . ولكن هنالك دائماً احتمالا لحدوث ذلك . فلعلك تذكر أنه حدث فى سنة ١٩٢٩ زلزال من أعنف الزلازل الحديثة تحت المحيط الأطلسى على مسافة لا تبعد عن نيويورك بأكثر من ٨٠٠ ميل .

فهل نستطيع أن نفعل شيئاً إزاء هذه الزلازل ؟

إننا بطبيعة الحال لا نستطيع أن نهرب بعيداً عنها . بل إنه ليس من الضرورى أن نفعل ذلك . وكل ما نستطيع أن نفعله هو أن نتعظ من الدروس التى ألقتها علينا الزلازل . لقد علمتنا كل من مسينا وطوكيو وسان فرانسيسكو شيئاً واحداً ينبغى أن نفعله هو أن نجعل مبانينا حصينة ضد الزلازل . وللتأكد من ذلك ينبغى أن نتصور أن عملاقاً ضخماً يستطيع أن يقبض على أحد المنازل أو العمارات السكنية ثم يقلبه رأساً على عقب . فهل يؤدى ذلك إلى تساقط جميع الأسقف وجميع الأرضيات حتى لا يبقى إلا الطابق الأسفل (البدروم) فى قبضته ، أم هل يبقى البناء متيناً متماسكاً كأنه ناطحة سحاب من الصلب الملحوم فلا يتساقط منه إلا بعض اللبنات السائبة بالمدخنة ؟ إذا كان الأمر كذلك فإن البناء يكون فى مأمن من الزلازل .

وهنالك أيضاً مشكلة الحرائق . لقد تعلمنا المرة تلو المرة أن الحريق الذى يعقب الزلزال يكون أشد فتكاً بالأرواح والممتلكات من الزلزال نفسه . ففى زلزال سان فرانسيسكو لم يتسبب الزلزال ذاته إلا فى ٥ ٪ من الخسارة فى الممتلكات . بينما تسببت النار فى تدميرها . فقد انكسرت المواسير الأساسية للمياه فى المدينة فانعدم ضغط المياه ثم أفلت زمام النار من الأيدى فاستشرى لهيبها طيلة ثلاثة أيام . واضطر الناس فى النهاية إلى نسف المنازل فى طريق النار بالديناميت حتى لا تكون وقوداً لها ، وأخيراً نزل الغيث فأطفأ النيران .

ويحتمل أن تتعرض سان فرانسيسكو لزلزال آخر . ولكنها لن تتعرض مرة أخرى لمثل هذه الحرائق ، فقد اتخذت الاحتياطات لعمل مجموعة من أنابيب المياه المتباعدة عن بعضها البعض . كما أنشئ مركز خاص لإطفاء الحرائق يمكنه أن يحصل على الماء من خزان آخر ، بل يمكنه أن يملأ خراطيم الحريق من ماء البحر . كما أنشئت بالإضافة إلى ذلك مجموعة من الخزانات تحت الأرض فى أماكن مختلفة من المدينة . ولأهالى سان فرانسيسكو أن يطمئنوا لأن كل ما فى الإمكان قد عمل لحماية مدينتهم من الحرائق .



فى أثناء زلزال سان فرانسيسكو ، دمرت النار المدينة

وتستطيع المدن الأخرى أن تحذو حذو سان فرانسيسكو ، فمن الخير أن نغلق باب الحظيرة قبل أن يسرق الحصان ، ومن الحكمة أن نتخذ الاستعدادات لمواجهة الزلازل بدلا من أن نقول « إنها لا يمكن أن تقع لدينا » . ونحن لا يمكننا أن ننتظر حتى يتنبأ لنا العلماء بالزلازل . وسوف ينقضى وقت طويل قبل أن يتمكن أحد من التنبؤ بوقوع أحدها . لقد حقق التنبؤ بحدوث البراكين كثيراً من السبق إذا ما قورن بالتنبؤ بوقوع الزلازل . وهذا أمر طبيعى ، فالبراكين قائمة يمكن مشاهدتها . حقيقة إننا لا نستطيع أن نعرف أين سينبثق بركان جديد ، ولم يكن أحد ليستطيع أن يتكهن أن ديونيزيو بوليدو ، الفلاح المكسيكى ، سوف يكون فى يوم من الأيام المالك التعيس لبركان صغير ، ولكننا نستطيع أن نعرف بصورة عامة متى يصير البركان مصدراً للخطر .

ويتعاون اليوم علماء البراكين مع علماء الزلازل لحماية العالم من الثوران غير المتوقع للبراكين وتحذير الناس الذين يعيشون بالقرب منها عند اقتراب

الخطر . وليس هؤلاء العلماء حتى الآن فى عصمة من الخطأ والتخبط كما يدل على ذلك ما فقد من الأرواح عندما انفجر مونت كلامنتون عام ١٩٥١ . ومع ذلك فإن العلوم ماضية فى تقدمها . لقد أنذر العلماء عام ١٩١٤ الأهالى الذين يعيشون فوق جزيرة ساكوراجيما باليابان بأن بركانهم يتأهب للثوران . وعلى الفور حمل جميع السكان البالغ عددهم ٢٣,٥٠٠ نسمة على مغادرة الجزير . وعنده وقع الانفجار الكبير لم يصب أحد من سكان الجزيرة بسوء .

إننا نسير قدماً . لقد بدأنا ندرك أن هذه الأرض غير المستقرة التى نعيش عليها تجدد قشرتها ، وندرك فى الوقت ذاته ماذا ينبغى أن نقوم به لنجعل هذه العملية تمر بسلام فلا تؤذى الإنسان . وحيث إن المعرفة تتوقف إلى حد كبير على ما نبذله من جهد فإننا نتطلع إلى المستقبل فى ثقة . فسوف يأتى ولاشك الوقت الذى لا يخشى فيه الناس البراكين ، والذى لا تسبب فيه الزلازل سوى كسر بعض أوانى الزهر وأطباق الطعام . حقيقة إننا لا نستطيع أن نمنع الجبال من أن تنشأ ، بل لا نريد ذلك، ولكننا نستطيع أن نتعاون مع الطبيعة، ونستطيع أن نصون أنفسنا من الأضرار أثناء تغيير المعالم الجغرافية للعالم الذى نعيش فيه وتجديدها .

